

日 本 大 学 工 学 部 紀 要

第 56 卷 第 2 号

平 成 27 年 3 月

日 本 大 学 工 学 部
工 学 研 究 所

目 次

工 学 編

「町家」の木造軸組構造にみる壁面性

－ 伝統的民家における石材利用の可能性に関する研究 (1)－

..... 山岸 吉弘 (1)

建築設計指針としての教会堂建築の様式と形態の変遷に関する研究

－ 原始教会を始点としゴシック教会を頂点とする教会堂建築の複雑化と
大型化に至る変遷を踏まえた考察－

..... 村上 晶子・湯本 長伯 (9)

南海・東南海地震に対する地域別の防災意識の特性に関する研究

..... 廣田 篤彦・土方 吉雄 (23)

祭りのイメージと嗜好性に関する研究

..... 廣田 篤彦・三浦 金作 (29)

ID連携を用いたプロパイダ間協力による情報推薦

..... 西園 敏弘・嵐田 真司・大山 勝徳 (35)

総合教育編

オープン懸賞に関する法規制の現状と今後の課題

..... 山田 朋生 (43)

意識構造モデルに基づく女子の理系志望を増やすための教育課程改善に関する提言

..... 齊藤 浩一・菊池 和平 (49)

工 学 編

「町家」の木造軸組構造にみる壁面性

— 伝統的民家における石材利用の可能性に関する研究(1) —

山 岸 吉 弘*

Character as wall about Japanese wooden structure in “Machiya”

— Study on the possibility of using stone in the Japanese traditional house —

Yoshihiro YAMAGISHI*

Abstract

Japanese traditional house called “Minka” is constructed wooden structure of pillar “Hashira” or beam “Hari” for supporting the roof. In principle, walls or doors don't need to be established between the pillars. Therefore, internal space of “Minka” is open for other rooms or external space. On the other hand, it is possible to understand that pillars row will be different aim or role from part to part. Namely, the pillars lined closely function as wall. In order to consider this problem, “Nakahashi-ke” was analyzed by historical viewpoint in this paper.

Key words: 町家, 軸組, 組積, 共有壁, 境界壁 (界壁・party wall)

1. はじめに

都市の定義からすれば¹⁾, 限られた空間に多くの人々が居住することは前提であり, 敷地に効率よく住宅を建設しなければならない。あらゆる都市で, 無駄な空地が生じないように建築群は密に配置されよう。従って, 隣家と隣家の境に生じる隙間はなるべく小さくし, 更には隣接する住宅で壁を共有すればより合理的である²⁾。このような一つの構造体を二つの建築が同時に利用する共有壁の存在は, 地域や時代を問わず広く確認することができる³⁾。その点で, 共有壁という現象は都市住宅における普遍的な問題を象徴しているといえよう。

一方で, 我が国の町家は隣家同士で軒を接することになるものの⁴⁾, 共有壁はあまり一般的とはいえず, 過去に普及した地域や時代があったかも詳らかでない。例えば, 町家と町家の間を区切るように卯建があげられるが(一般的に防火性能や家格表現としての機能が指摘される), 絵画史料を検討するに, 近世の京都や江戸において卯建が共有壁として機能していた様子は確認されなかった⁵⁾。しかし, 町家が棟割長屋から派生したと考えるのであれば⁶⁾, 初期において壁を共有していた段階があったという推測は成り立つ(図1)。

共有壁が存在しない町家でも, 当然ながら隣家に向き合う方向に戸や窓などの開口を多く設けることはせず, 密に並んだ柱の間は土壁や板壁などで塞がれる。要するに, 側面には文字通り「(壁)面」が構成され, 柱を主体とした構造体といえども「壁」として理解できるような形態が形成される⁷⁾。

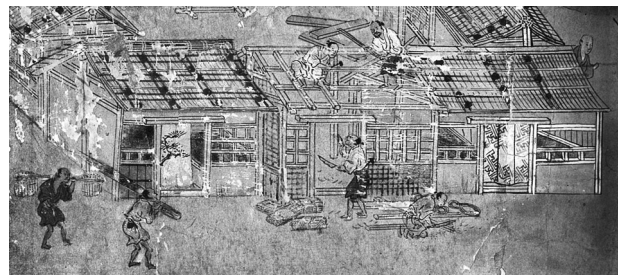


図1 建設途中の町家

『洛中洛外図屏風』には, 町家を建設する途中が描かれている。町家の発生を棟割長屋に求めるならば, 隣戸で壁を共有することになるものの, 各戸が個別に更新するようになると, 壁の共有は意識的に行なわなければならない。

柱や梁を組み上げることで小屋組を支持する我が国の多くの伝統的な民家の構造では, 柱間に壁を張らず建具を設けず, 全てを開放することが原理として可能である。例えば, 古代の貴族住宅である寝殿造りは, 建具である蔀戸を跳ね上げてしまえば, 柱間を開放することができる。柱間で荷重を引き受けない構造であるならば, いずれの建築も同様に当てはまる。民家では蔀戸を吊らないにしても, 柱を連ねることで構造の骨格を形成することから, 開放的な内部空間を実現し得る。一方で, 先述のように町家には壁面のように扱われている部分が存在し, 同じ柱列でも形態的な意図や役割は異なると理解することができる⁸⁾。

柱と壁という構造の特性は, そのまま木材と石材(もしくは焼成材, つまり煉瓦など)の差異に置き換えられよう。それは, 構造体を構成する方法である軸組造と組積造の対比としても捉えられる。軸組造とは木材による柱や梁の構造体を, 組積造とは石材や煉瓦による壁の構造体を, それぞれ意味することは一般的な理解である⁹⁾。つまり, 木材

表1 今井町に所在する文化財の民家

番号	住宅	和暦	西暦	文化財
01	今西家住宅	慶安3年	1650	国重文
02	豊田家住宅	寛文2年	1662	国重文
03	上田家住宅	延享元年	1744	国重文
04	旧米谷家住宅	江戸時代中期	1661-1750	国重文
05	音村家住宅	居室部：江戸時代中期 座敷部：江戸時代後期	1661-1750 1751-1829	国重文
06	河合家住宅	江戸時代後期	1751-1829	国重文
07	中橋家住宅	江戸時代後期	1751-1829	国重文
08	山尾家住宅	18世紀後半頃	1751-1800頃	県指定
09	吉村家住宅（旧上田家住宅）	文化2年	1805	県指定
10	高木家住宅	文政年間～嘉永7年	1818-1854	国重文

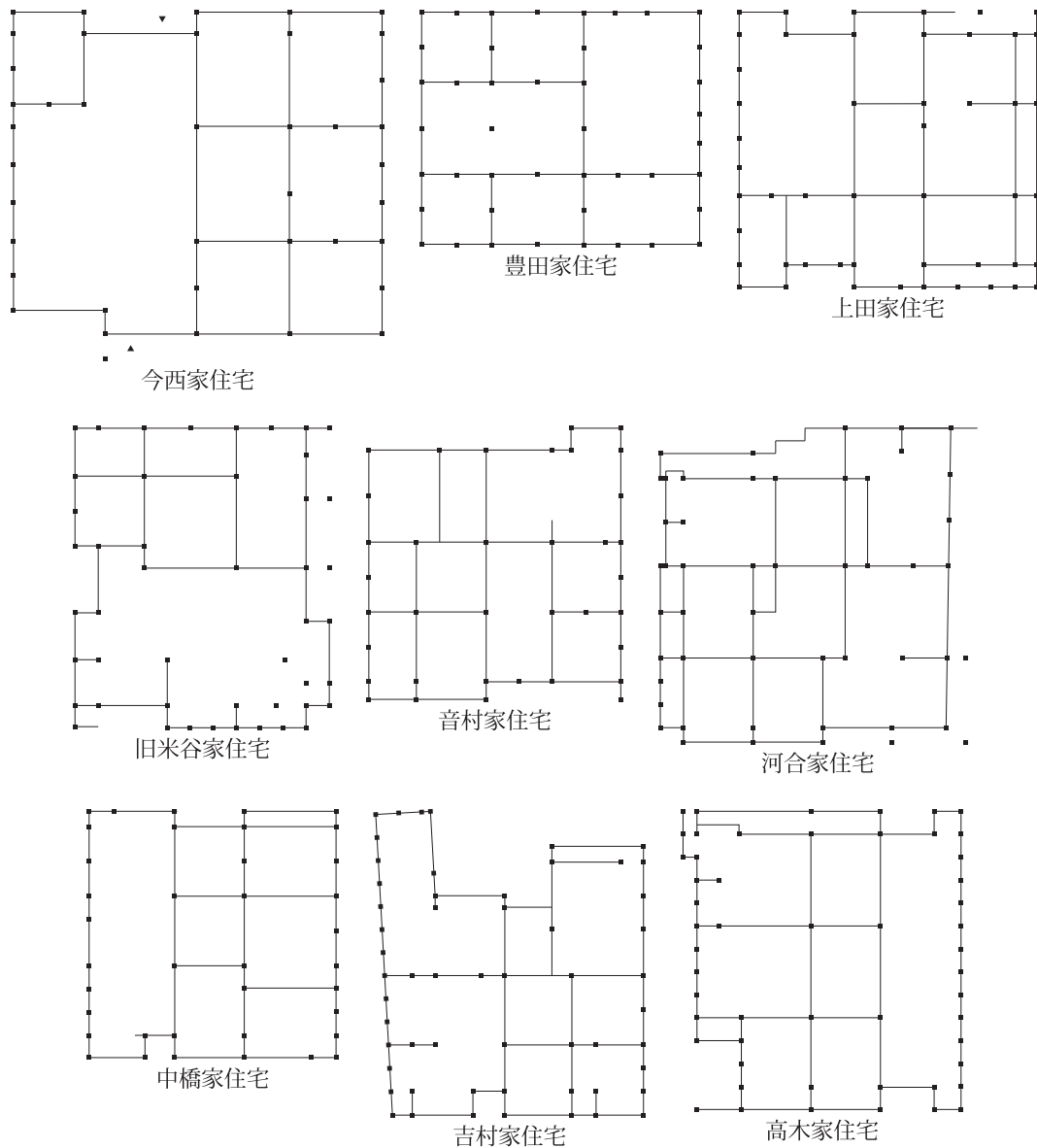


図2 各町家における柱位置の模式図

柱の位置のみを模式的に図示した。中央部分は疎らであり側部分は密である、という傾向が窺われる。特に、中橋家住宅・吉村家住宅・高木家住宅などで明瞭である。

を利用する場合は柱状に用いることが自然であり、石材や煉瓦は壁状に扱いやすい。それは、木材や石材という素材の特性に起因する、適当な構造体としての形態が導かれるためである。

以上のことから、木材により構造を組み上げる民家であるが、その中には組積造に通ずる壁的な性質を有するものを認めることができるのではないかと、という問題が提起されよう。つまり、隣家側に構築される開口部の少ない部分と中央の室内に構築される開口部の多い部分の違いである。そこで、近世以前の都市（集落）の形態を比較的によくとどめている今井町（奈良県橿原市）に注目し、当地に所在する文化財の町家を取り上げ、中央部分と側部分による構造の意図や役割の違いを検討する。

今井町に集落（都市）が形成される契機は、一向宗本願寺（浄土真宗）の道場を今井兵部が開いたことにある¹⁰⁾。信長と対立していた当時、本願寺は大和の拠点として今井を定めた。今井道場が開かれると、商業活動を行っていた農民たちが周辺に集まり、武装した自治的組織という性格から城下町の様相となる。結局は敗戦するものの、集落（都市）はそのまま寺内町として維持されることになる。そのような今井町には、国指定の重要文化財が8件と県指定文化財が2件あり（表1）、その内の修理工事報告書が刊行されている計9件を検討する¹¹⁾。なお、最も平面構成が単純と思われる中橋家住宅は特に個別に考察を加えている¹²⁾。

2. 柱数及び柱断面積の比較

先述のように、建てられる柱の数は柱筋の位置によって

粗密があり、室内部分は間取りや動線を確保するために少ない方が都合よく、境界部分は窓や戸口を開けられず数は多くなる。そもそも、民家の発達史は「室内の自由な利用を制約する柱の省略」というテーマで記述もされ、大局的な傾向として認知されていよう¹³⁾。本来は必要な部材を取り去るために、残された特定の柱や鴨居が太くなり、更には構造的な必然性を超えて意匠化したのが大黒柱や差鴨居である。

そのような現象は今井町の町家でも確認することができ、いずれも中央は柱が疎らで、両側（もしくは片側）で密になる（図2）。例えば、今西家住宅では隣家や街路に接する両側柱筋で、柱が多く建てられることが分かる。中央部分と側部分で建てられ方が異なる柱の役割や機能は、自ずと区別されよう。音村家住宅では、「柱の断面寸法を見ると、東妻には見付一四cm前後のやや太い柱を用い、居室部の柱には見付一三cm弱のものが多かった」（報告書39頁の上段11行目）という報告があり、中央部分より側部分で柱が総じて太くなっている。これは、側部分においてより強度を確保したいという意図から生じた差異とも捉えられる。また、高木家住宅では「当家は太い柱が一本も使われていない」（報告書34頁の上段26行目）のであり、いわゆる大黒柱などの部材が存在していない。そのような現状を受けて、「太い柱の存在しない事による各柱への荷重負担は、かなり大きいと考えられる」（同書35頁の下段1行目）という見解が提示されているが、ここにいう「各柱」とは中央部分に限定されるべきで、密に並ぶ側部分では一本一本の柱においてそれほど影響はないと考える。

そこで、より詳しく柱数及び柱断面積の比較を中橋家住宅

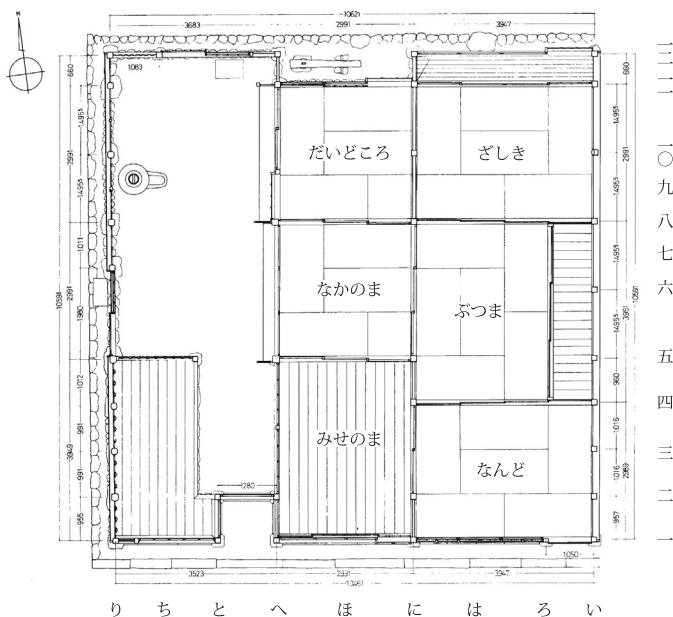


図3 中橋家住宅の平面図

「い通り・に通り・へ通り・り通り」に柱筋がみられる。なお、室名と番付は加筆した。

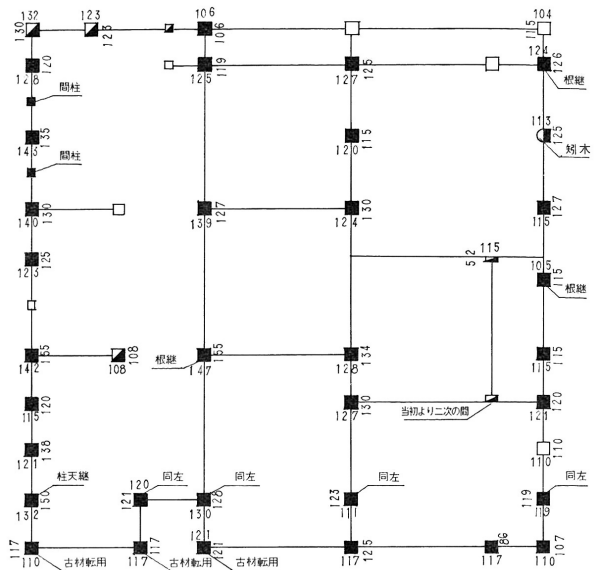


図4 中橋家住宅の柱寸法

柱の太さについて、「居室部分の柱の大きさは平均12.5cm角、鉋仕上げとなり、「どま」部分は大小不揃いであるが比較的大きく平均13.5cm角、面皮柱が多用されていた」（報告書23頁の上段4行目）という一般的な傾向がある。いわゆる大黒柱は、土間・居室境にある155×147mmに該当しよう。なお、「■」は当初柱、「■」は19世紀初、「□」は江戸時代末以降（同報告書）である。

表2 柱断面積の柱筋別合計

柱筋	二	三	四	五	七	九	一〇	一一	一二	合計
い通り	119	110	121	115	105	115	113	124	104	122,395
	119	110	120	115	115	127	125	126	115	
	14,161	12,100	14,520	13,225	12,075	14,605	14,125	15,624	11,960	
に通り	111		127	128		124	120	127	(104)	105,070
	123		130	134		130	115	125	(115)	
	13,653		16,510	17,152		16,120	13,800	15,875	11,960	
へ通り	130			147		139		125	106	83,189
	128			155		127		119	106	
	16,640			22,785		17,653		14,875	11,236	
り通り	132	121	115	142	123	140	143	128	132	157,708
	150	138	120	155	125	130	135	120	130	
	19,800	16,698	13,800	22,010	15,375	18,200	19,305	15,360	17,160	

※1 数値は、上段・中段が柱寸法、下段が柱断面積を示す。

※2 単位は、長さがmm、面積がmm²。

※3 「一二」は「一二」の寸法に準じた。

宅で試みる。伝統的な町家では、片側に土間（通り庭）が、片側に座敷・板敷が、それぞれ手前から奥に向かって伸びる間取りを基本とするが、中橋家住宅も同様である。通り庭の「どま」に沿って二列の居室があり、それより四つの主な柱筋を認めることができる（図3）。それら柱筋を東から「い通り・に通り・へ通り、り通り」とすると、「い通り」と「り通り」には母屋柱が9本、「に通り」には同じく7本、「へ通り」には5本、それぞれ建っている。また、「り通り」には母屋柱の他に3本の間柱が加わる。柱数の合計が9本と最多になる「い通り」と「り通り」は、5本と最少になる「へ通り」の2倍に近い。

また、各柱筋に建つ柱の断面積の和を求めると（図4及び表2）、「い通り」は122,395mm²、「に通り」は105,070mm²、「へ通り」は83,189mm²、「り通り」は157,708mm²となる（「一通り」の柱は庇の荷重を受けるためのものであり、除外している）。最大値となる「り通り」の157,708mm²は、最小値となる「へ通り」の83,189mm²より、およそ2倍だけ大きいことが分かる。

柱数の多少や柱断面積の広狭という差から、それぞれに固有の構造的な性質を読み取ることができるだろう。実際にはその他のさまざまな要素が相互に影響し合い、柱や梁に複雑な力学的現象を生じさせていようが、これら柱数や柱断面積の違いという単純な比較から、各柱筋が負担し得る荷重の量が異なると想定される。つまり、側柱筋である「い通り」と「り通り」において主に小屋組を支え、母屋柱筋である「に通り」と「へ通り」がそれを補うという理解である。或いは、「い通り」や「り通り」が骨格として建築を構成する主な構造体とも捉えられる。

3. 貫・差鴨居の比較

柱の建ち方に粗密の違いがある中央部分と側部分では、総断面積という一つの指標からみても明確に差があった。中央部分の一部の柱を太くして他を省略し、反対に側部分では開口を取る必要がなく取ることもできないので、柱を多く並べてその間を土や板で塞ぎ、一枚の「壁」として存

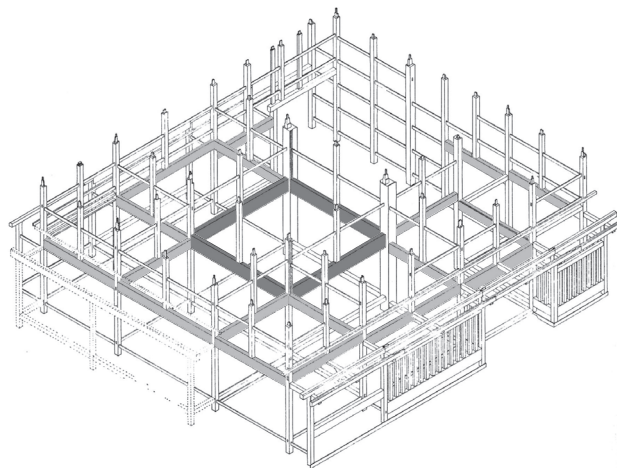


図5 豊田家住宅の軸組図

豊田家住宅では、差鴨居が多く用いられており、居室部分にはほぼ全ての柱間で確認され、特に中央の居室である「東なかのま」に成の高い差鴨居が通る。

在することになる。実際に町家を建設する場合においても、まず始めに柱や貫を組んで「壁」を作り、一つの面となる構造体を事前に制作した上で片側あるいは両側に建てるという工程を経る方法があるという¹⁴⁾。その場合、続いて側柱（両端柱筋）と母屋柱（中央柱筋）に梁を掛け渡し、小屋組を乗せ…、という順序になるだろう。

今井町の町家でも、構造的に中央部分と側部分を分けて理解することができるようである。例えば、豊田家では「軸部の組立は、解体調査の結果組み始めは「東なかのま」の二本の太い檼柱（内一本は大黒柱）より柱建てを行い、同間差鴨居を組み足固貫を入れ、順次「どま」西側の各部屋の差鴨居・足固貫を入れ二階梁を架け六室を固め、次いで「しもみせ」「南どま」廻りを組み、続いて「どま」側の柱建てを行い化粧貫を入れ、周囲の敷桁をめぐらし「どま」上の牛梁を架け、桁行二列の梁を架けてから各梁間方向の梁を架している」（報告書35頁の上段25行目）という（図5）。つまり、居室となる中央部分で柱と差鴨居・足固

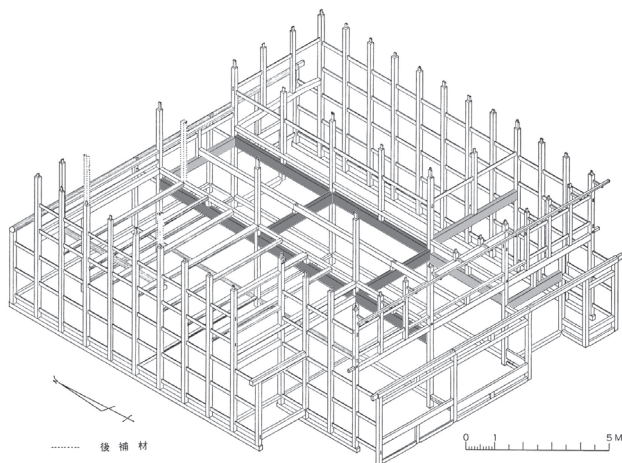


図6 高木家住宅の軸組図

高木家住宅では、差鴨居の用いられる箇所が限定的であり、土間・居室の境とそれに平行して居室部分に通し、両者を連結する。

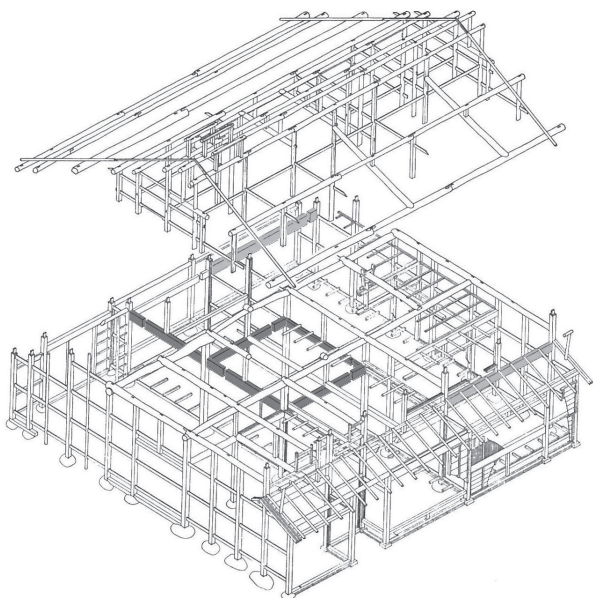


図7 中橋家住宅の軸組図

中橋家住宅では、中央の居室である「なかのま」を固めるために差鴨居が用いられ、その他の差鴨居は開口を設けるためのものであり、目的が明快であるとともに数が少ない。

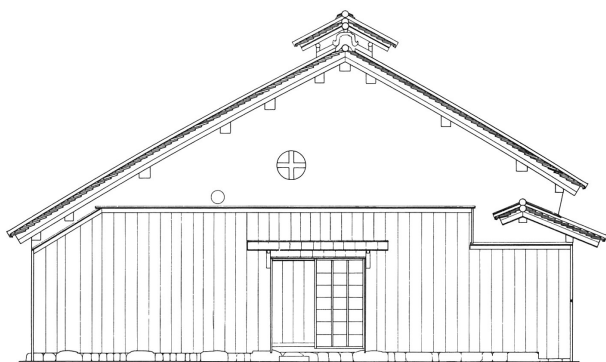


図8 中橋家住宅の西側立面図

出入口が設けられているものの、基本的には壁面をなす。

貫によるフレーム状の構造体を構築し（「六室を固め」に該当する）、フレーム状の構造体と側部分の「壁」との間に梁を組んで繋ぎ止める（「各梁間方向の梁を架している」に該当する）。それぞれ性質の異なる独立した中央部分と側部分の構造体を、横架材で連結するという方法を読み取ることができる。

また、高木家では「組立順序は「みせ」・「どま」境の通柱建てに始まり、差鴨居・台敷居・胴差・足固によって順次六室を固め、「どま」東側土台建ての柱通りと結合する」（報告書34頁の上段2行目）という（図6）。豊田家と同様に、中央部分と側部分を構造的に区別して捉えていることが分かる。また、中央部分では柱を礎石に建て、側部分では土台に建てるという違いから、工法にも両者の差異が反映していよう。土台建てと礎石建ての差異は吉村家住宅にもみられ、「軸部は、東側通りは土台建ちとしていたが、その他はすべて礎石建ちとしていた」（報告書33頁の下段2行目）と明快である。

より具体的に、貫や差鴨居の使い方の中橋家住宅で検討する（図7）。中橋家住宅では、側柱筋となる「い通り」や「り通り」には、各柱間に上下2本の貫を通す。これら柱筋は基本的に壁面となるため（図8）、開口部を設ける制約を受けずに多くの貫を渡すことができる。従って、これら貫は柱間を塗り壁とする際の下地としての間渡しと理解することもできる。

一方で、母屋柱筋となる「に通り」や「へ通り」は室内に位置し、部屋境としての機能を実現させるため、壁を設けることをせずに開放となる。従って、貫を通すことはかなわず、代わって太い差鴨居で繋ぐことになる。中橋家住宅は差鴨居の用いる方針が明確であり、中心の一室である「なかのま」を構成する4本の柱に口の字型に通す。各柱を差鴨居で緊結し、建物の中央に構造的な核を成立させようとする意図が読み取れよう。その他に、「へ通り」の奥に差鴨居がみられるが、これは「へー」に位置する柱を抜いて束を立てるためのものである。また、東西方向ではあるが、「一一通り」の東側から中央にかけてと「一通り」の東側から中央にかけて差鴨居がみられる。

柱間に複数の貫を通し、壁として塞いでしまえば、より一体的な構造体として作られる。反対に、柱間の一部のみ差鴨居を渡し、その下を開放すれば、独立した構造体の集合と見なし得よう。つまり、柱間を多くの貫で繋ぐ「い通り」や「り通り」は壁状と捉えられ、柱間に差鴨居のみを渡して開放する「に通り」や「へ通り」はまさしく柱状の特性を活かしている。

4. 町家における「壁」

町家の中央部分と側部分では柱の粗密が異なるという一般的な事実から、今井町の町家を具体例として、同じ軸組でも内容に違いのあることが確認された。それは、都市という周辺環境から必然的に導かれる機能的な町屋の形態が、中央部分を線的に側部分を面的に作るという構造的及び工法的な工夫へと至らしめた結果と理解することができよう。

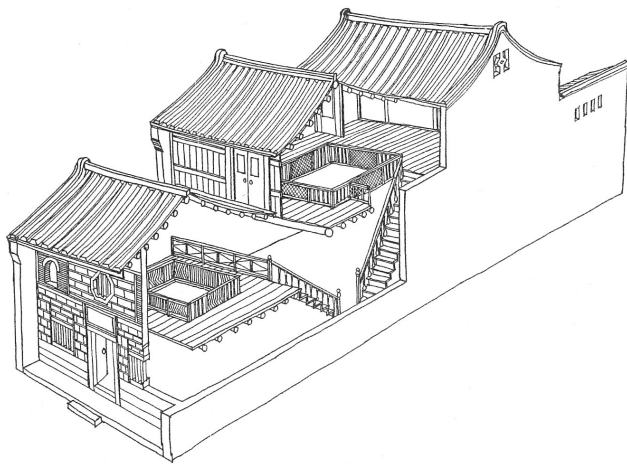


図9 台湾の民居

都市住宅の一つの典型的な構成を示している。つまり、正面は街路に面しているため開放されるが、側面は街区に面するために閉鎖されている。そのような機能に即して、両側に組積により壁を立ち上げ、その間に軸組により床や屋根をわたす、という構造が導かれる。それぞれ「線的」及び「面的」な形態となる。

つまり、隣家に接する側部分では開口部を開けることがない（できない）のであり、「壁」として構築することになる。反対に、中央部分では生活のための空間や動線のために、最低限の「柱」で構成される。それら都市住宅であることからの帰結として生じた「壁」や「柱」を、梁などの横架材で連結するのが町家の構造もしくは工法である。

時代や地域を問わず、あらゆる都市の住宅は狭い敷地に多くの居住空間を確保することが普遍的に求められる。結果として隣家と隣家の間は狭くなり、突き詰めれば一枚の壁を隣家同士で共用する方法が、空地をなくすという点で最も効率的である。換言すれば、隣家と隣家の隙間は利用し難い空間であり、勢い目の届かない放置されやすい部分となる。実際、今井町の音村家でも「東妻北側の細田家と接する大壁は塗重ねられているが、当初のもので建物の傾斜に伴い、この部分の壁も細田家の丸瓦一通り分程度倒れ、上塗の一部は剥落して荒壁部分が雨にさらされ破損もひどかった」（26頁の上段14行目）という状況であった。

このような問題を解決する方法が、隙間を生じさせない共有壁の利用である。先述のように、共有壁はヨーロッパなどいわゆる石造文化圏では極めて一般的な存在である。一方で、アジアでのいわゆる木造文化圏でも共有壁は確認することができる¹⁵⁾。但し、共有壁そのものは石や煉瓦を用いた組積造とする例が多いようである（図9）。境界壁を石や煉瓦で構築し、その間に木の梁などを架け渡して床や屋根を作ることになる¹⁶⁾。

そのような事例を鑑みれば、町家に出現する側部分の「壁」において、なぜ石や煉瓦を用いなかったのかという逆説的な疑問が生じる。もちろん、我が国の建築史を踏まえるに決して汎用性のある建材として石や煉瓦は使われていない。一方で、都市住宅の原理を考えれば、町家の「壁」に組積造を仮定し、石や煉瓦を利用することの可能性を検証することは、先の疑問を分析する一つの実験として意義

がある。

本稿はそのための予備的考察であり、今後は具体的な事例を用いて、町家にみる「壁」の性質を探求する。

註

- 1) 例えば、『日本国語大辞典 第二版』（小学館、2001年9月）の「都市」の項目には、「人口の集中した地域で、政治・経済・文化の中心になっている大きなまち」（圏点は加筆）とある。
- 2) 鈴木隆『パリの中庭型家屋と都市空間』、中央公論美術出版、2005年1月。
- 3) 例えば、以下の論考が参考となる。
渡辺新・安藤正雄「英国の建築・空間の所有と利用の制度に関する研究 テラスハウスを事例として」『日本建築学会学術講演梗概集』、日本建築学会、1995年7月。
渡邊美樹・市原出・天野佑亮「パディントンのテラスハウスの形成過程と現状について」『日本建築学会計画形論文集』第620号、日本建築学会、2007年10月。
- 4) 野口徹『中世京都の町屋』（東京大学出版会、1988年5月）では、町家に対して「道路に面していること・軒を接するように建ち並んでいること・間口規模が零細化していること」の三つの特徴を挙げている（4頁）。また、五味文彦・杉森哲也『日本の歴史と社会』（放送大学教育振興会、2009年3月）では、伊藤毅により「接道型・沿道型・住宅」と定義されている（200頁）。
- 5) 拙稿「共有壁」としての卯建の可能性『日本建築学会関東支部研究報告集』、日本建築学会、2013年3月。
- 6) 野口徹『中世京都の町屋』、東京大学出版会、1988年5月、40頁。
- 7) 例えば、『日本大百科全書』（小学館、1994年1月）の「壁」の項目には、山田幸一氏により「建物の周囲に用いて外界から居住空間を区画し、およびその空間を建物の使用目的に応じ適宜に分割する固定した仕切りの総称であり、前者を外壁、後者を間仕切り壁という。（中略）壁は構造的に耐力壁と非耐力壁とに分かれる。耐力壁は建築構造上必要不可欠の部位として床、屋根その他の荷重を負担するもので、その崩壊はただちに建物全体の崩壊につながる。一般に組積式（石造、れんが造、ブロック造など）構造や壁式構造をもつ鉄筋コンクリート造の壁がこれに属する。非耐力壁は柱、梁などによって組まれた軸組（躯体）の間をふさぐもので、荷重は原則として軸組が負担する（このような構造を架構式という）ので、壁の崩壊はかならずしも建物全体の崩壊にはつながらない。わが国の木造建築（校倉式のものを除く）の壁はすべてこれに属し、なお鉄骨造や普通の鉄筋コンクリート造でもおおむねこれに準じる。（後略）」（圏点は加筆）と記されている。
- 8) 民家における指物の技法を分析する中で、「構面」の概念により軸組を面として捉える研究がある（源愛日見『指物（指付け技法）の変遷過程と歴史的木造架構の類型化に関する研究』、2001年）。一方で、本研究では形態として「線的」もしくは「面的」な構造を見出すものである。
- 9) 例えば、『日本国語大辞典 第二版』（小学館、2001年6月）の「軸組造」の項目には「木造建築で、柱、間柱、入口など、主要部の組立て」とあり、「組積造」の項目には「建築で、石や煉瓦、コンクリートブロックなどの小さな素片を積み上げてつくる方式」とある。もちろん、木材を利用した校倉や壁であり、石材を利用した石柱は柱である。しかし、数からいって校倉や石柱は例外的な存在であり、木材は柱

として石材は壁として、それぞれ利用する方法が一般的といえる。

- 10) 『今井町史』, 今井町史編纂委員会, 1958年9月。

- 11) 今西家住宅・豊田家住宅・中橋家住宅・上田家住宅・音村家住宅・旧米谷家住宅・河合家住宅・高木家住宅(以上の8件が国指定)・旧上田家住宅(丸田家住宅)・山尾家住宅(以上の2件が県指定)の10件が文化財に指定されており、山尾家住宅を除く9件で報告書が作成されている。本研究では以下の報告書を参照した。

- 1: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財今西家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所, 1962年10月
 - 2: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財豊田家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1976年9月
 - 3: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財高木家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1979年4月
 - 4: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財中橋家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1979年7月
 - 5: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財音村家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1981年2月
 - 6: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財上田家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1982年5月
 - 7: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財河合家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1983年11月
 - 8: 奈良県文化財保存事務所編『奈良県指定文化財旧上田家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1991年9月
 - 9: 『重要文化財旧米谷家住宅修理工事報告書』, 奈良国立文化財研究所, 1994年3月
- 12) 中橋家住宅は、18世紀の中期から後期にかけての建設と考えられている。一部二階(厨子二階)の本瓦葺きで、切妻造りの平入り、桁行・梁行共に五間半となる。厨子二階は後の増設であり、その際に一部の柱で継ぎ足しが行われている。二列六室の間取りが標準的である今井町の町屋にあって(『今井町史』, 今井町史編纂委員会, 1958年9月, 406頁), 中橋家住宅でも同様に当てはまる。街路から奥へと伸びる通り庭に沿って、上手・下手の二列の居室が並ぶ。通り庭の「どま」側にある下手の居室は、手前から「みせ

のま・なかのま・だいどころ」であり、上手の居室は手前から「なんど・ぶつま・ざしき」である。他の多くの町屋が商家であるように、「みせのま」や土間部分の「しもみせ」がある中橋家住宅でも米屋を営んでいた。主に方柱を建て、足固貫・内法貫・台敷居・差鴨居などで固め、桁をわたし、小屋組を組んでいる。以上のように、平面や構造などの点から中橋家住宅は今井町の町屋の中でも平均的な位置付けにあるといえる。

- 13) 例えば、工藤圭章編『日本の民家 第三巻 農家Ⅲ』(学習研究社, 1981年1月)には、「民家の差鴨居はまさに密な柱の省略のために必要欠くべからざるものであり、広い開口設定と軸部の強化を兼ねたものになる」(165頁)や「差鴨居による柱の省略、撤去は内部空間を広めるために積極的に利用されている」(166頁)などの指摘がある。
- 14) 鈴木嘉吉 編『日本の民家 第六巻 町家Ⅱ』, 学習研究社, 1980年9月, 143頁。
- 15) RENEE Y. CHOW, "In a Field of Party Walls: Drawing, Shanghai's Lilong", *JSAH*, 73 (2014).
- 16) 青井哲人「〈記念シンポジウム〉“町並み”か“景観”かー町並み・集落・都市景観保存の現在と建築史学ー」(『建築史学』第63号, 建築史学会, 2014年9月)では、台湾の「界壁」が紹介されており、「台湾の町並みでは基本的に町家の界壁(partly wall)が隣戸間で共有されています(略)台湾の古い街では誰かが家を壊しても、界壁はずっと残り続け(略)街の構造が長期的に安定的であるような仕組みができている」(同書44頁)という。

図版出典

- ・図1: 『洛中洛外図大観 町田家旧蔵本』, 小学館, 1987年7月。
- ・図2: 筆者作成。
- ・図3~4, 7~8: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財中橋家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1979年7月。
- ・図5: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財豊田家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1976年9月。
- ・図6: 奈良県教育委員会事務局奈良県文化財保存事務所編『重要文化財高木家住宅修理工事報告書』, 奈良県教育委員会, 1979年4月。
- ・図9: 李乾朗『台湾建築史』, 北屋出版, 1980年7月。

建築設計指針としての教会堂建築の様式と形態の変遷に関する研究 — 原始教会を始点としゴシック教会を頂点とする教会堂建築の複雑化と 大型化に至る変遷を踏まえた考察 —

村上 晶子*・湯本 長伯**

A study on shape and style of church from their historical transition. — indexes of model of church from primitive church to gothic church —

Akiko MURAKAMI* and Naganori YUMOTO**

Abstract

Brief; This paper is a study on model of church or cathedral from a transition of form of them.

For example , Basilica , Gothic and several modern churches.

After many transitions , we can see 2 types; longroom-type and roundroom-type.

For better design of church or cathedral today, the author traces form of them from their historical transition; primitive church to gothic church

Key words: Design-model design-index Christian-building/church longroom-type roundroom-type

要 約

教会建築設計のための指針を得ることを目的とする一連の研究の一環として、教会建築の形態変遷に関する考察を示す。設計結果を構成する要因の一つとして建築形態があるが、それは教会建築の人格表象として捉えられる一面もあり、施主・使用者から強い関心を持たれる重要なファクターである。その形態を規定する要因としては、その空間内での行動の目的とその定型的な様態を空間行動論的に整理したものと、関係者の理解の過程で記憶された教会建築モデル（ある種の存在規範）の2つがある。

前者については別論文で考察しているので、本稿では教会建築の歴史の変遷を通時的に辿ることにより、教会建築に求められる条件とその形態がどのように対応して来たのかを考察する。いわゆる宗教改革以前のキリスト教世界においても、教会建築の形態は決して固定的なものではなく、それぞれの時代で求められた条件により種々に変化して来たことが見て取れる。例えばバシリカはかなり長い間支配的な形態ではあったが、それは求められた条件に対応した結果であり、キリスト教会建築本来の支配的な形態ではないことが、変遷を通時的に辿り考察することで明らかとなる。またこのことは、求められる条件が変化すれば、また大きく異なる教会建築形態が出現する可能性も示している。

Key words: 設計規範, 設計指針, キリスト教会, 長堂型, 円堂型

1. 本研究の目的と目指す研究成果

1) 本研究の目的

本研究では、キリスト教会建築設計者の立場から整理され構造的に理解された知識・理解を要約し、設計指針・設計資料として示すことを目的としている。ここで言う設計指針・資料とは、主として設計打合せ時に教会関係者（教職者・信徒代表等）と、当該設計にとって意味ある内容の

やり取りをするために持つべき知識と理解を指す。工学とは、ものを造るための学であり全ての工学が設計分野を持つが、その設計分野に貢献するための設計方法研究の一環としての研究である*¹。

本研究は設計プロセス進行を支援するための事実の整理であり、歴史的解釈を提案したり変更したりするものではない。新しい設計に役立つ一種のモデル（規範）として機能させるものである。多くの教会建築設計プロセスにおいて、「パリのノートルダムのような…」とか「レミアン大聖堂のような…」といった例示が繰り返される。それは設計結果につき設計者と発注者が話し合うために強く役立つ、眼に見えるものとしての共通のコード（了解事項）と言える。歴史的建造物は歴史の流れの中で解釈を与えられ意味

平成26年6月3日受理

* 明星大学理工学部教授・九州大学総合理工学府
/村上晶子アトリエ

** 日本大学工学部建築学科

を与えられることによって、新しい創造の創出の糧となる。建物の存在は、そのままではただの物であるが、歴史の流れの中で解釈され新しい意味を与えられることによって知的存在（情報存在）となり、新しい意味の発見や解釈の創出といった学術的行為の糧となりトリガーとなる。

また既に存在し一定の努力を前提として望めば誰も見ることの可能な存在として、設計結果について打合せる過程で、コミュニケーションの道具となることは間違いない。更に言えば、多くの人に憧れを受ける存在として、設計結果のあるべき目標の一つとして語られることも多い。建築計画的機能面では、歴史的建造物は現代の要求には合わず問題があることも多いが、意匠面ではそうした問題を生じないので、モデルとして扱われることも多いと言える。

以上も含め、教会関係者と当該設計にとって意味あるやり取りをするために持つべきキリスト教会に関する知識と理解は、以下の2つに大別される。

○キリスト教の画期を示すイベント・時代とその基本的理解（キリスト教自体の理解）

○キリスト教時代区分とも対応する教会建築形式の基本的理解（教会形式の理解）

これらには通常の建築計画で言われる空間行動論的な数量的資料も含まれるが、それ以前に建築設計の方向性を定める、考え方や理解とも言うべきものを構成するシーズになるものである。

我が国でもっとも多いキリスト教会はプロテスタント教会とカトリック教会^{*2}であるが、両者は同じキリスト教をベースにしながらも、祭儀を行う仕方（典礼／祭儀礼）も教会聖堂・礼拝堂^{*3}に関する考え方も、かなり異なる。典礼が異なれば空間行動論的に建築設計の基本方針が異なるし、主たる空間である聖堂・礼拝堂に対する考え方（空間内の装飾やアイコン等に対する考え方など）が異なれば、更に異なることとなる。

設計者が設計時に、こうした知識や理解を持つ必要があるというのは筆者らの体験知に過ぎないとも言えるが、また多くの教会建築設計者が口にしてしていることでもある。そうした知識や理解は時に設計指針として、また設計資料として機能するものとなる。

「キリスト教の変遷と理解」および「教会建築内での行動と空間の関係」という2つの要因については、既に別論文で考察している^{*1}ので、本稿では「教会建築の形態変遷に関する考察」を加える。

本研究ではこれらの必要が一般性を持つものと仮定した上で、一つの歴史的流れの中で整理し把握しようとするものである。

2) 本研究の背景と求められる研究成果

施主・使用者である教会関係者と齟齬が少なく、手戻りや大きな食い違いの無いようコミュニケーションをとるためには、多くの場合、設計要求のヒアリング／聞き取りに入る前に、一般論から始め認識に大きな違いの無いことを確認するためのフリートーキングを行う。これで食い違い

が大きく、その溝を埋めることが難しければ、多くの場合、設計委託を受けることは出来ない。

事前フリートーキングでは、設計者は「教会」に対する基本的な考え方を見られていると考えるべきであろう。時に訪れる結婚式業者のような者は論外としても、きちんとした教会関係者であれば、建物の在り方に対して基本的な考えを持っているはずであり、カトリックのように世界的にある程度統一されたルールがあったとしても、それは微妙な部分では少しずつ異なっていて、やはり違いを知り、且つその違いを擦り合せることが必要だからである。

設計作業進行に沿ってのコミュニケーションのコード（共通項）として役立つキリスト教会に関する理解を考えるために、先ずはその打合せの内容を大まかにまとめてみると、大きく3つに類別することが出来る。

① これまでの建物（ここでは教会）に関する不備不便不行届き等問題点の指摘と解決案の提案や模索

② 新しい利便機能可能性等の要望と解決案の提案、あるいは共同研究

③ 建物（ここでは教会）の在るべき姿、望ましい存在形式、理想形としての例示

主として、この③で歴史的建造物の例示が行われることが多い。

またもう一つの場面としては、先述の事前フリートーキングにおいても、歴史的建造物の例示が行われる。

この場面では、「発注者・設計者の相互の理解、認識の確認」「（設計者から見た）発注者の教会への理解度の確認」「（発注者から見た）設計者の力量の確認」等が行われていると考えられ、設計委託が成立するか否かに対して極めて重要な意味を持つ場面であり、従って歴史的建造物の理解の方向性や背景の解釈等が、以降の設計過程の進行に、大きな意味を持つのである。

先述の歴史的建造物の例示は、キリスト教関係者としての憧れの象徴でもあるが、一方では日常的に教会と関わる（室内空間でミサ等の典礼を行ったり《空間の使用》、清掃や典礼の準備を行ったり《空間の管理維持》する）関係者として見る、「空間モデル」の一つでもある。両者を併せて、発注者・設計者相互の理解のための、コミュニケーションの重要な道具となるものである。

またこの背景には、欧米との文化的違いも背景にある。キリスト教に関する知識が思考や行動の細部にまで沁み込んでいる欧米と異なり、単なる知識として理解している部分が多いので、個人的なズレが生じているのである。欧米では、人々の生活にキリスト教が根付いている。西暦という年号はキリスト紀元^{*4}でもあり、また日常生活の中で、「公衆の前での挨拶に聖書を引用する」とか、毎週のミサに合わせて教会に行く人の率など、全世界的に減少はしているが、それでもかなり見かける光景である。

従って設計者にとって必要なことは、これから設計を進める立場での教会の歴史の流れについての整理・理解と、「良いモデル」として語られる様々に特色のある型についての整理・理解であり、これが本研究の目指す研究成果であ

る。

3) 研究成果の必要場面

この必要は、大別して2つの要素に分けられる。

- ① 設計案を提出する前に、その教会が目指す目的や、それに沿った要求を聞き取った上で、その教会が建築として備えるべき機能・性能をまとめて行かねばならない。その際の教会関係者との対話において、コミュニケーションの基礎となる
- ② 結果として完成した教会に求められる基本形式は、全世界で20数億人（宗派は様々に異なるが）と言われるキリスト教信徒の眼に晒され検証されることになる。カトリックにせよプロテスタント諸派にせよ、様々な考え方や形式があり、正教会は更に異なるものがあるとしても、背景となるキリスト教自体は同じものであり、解釈が異なるだけと言わざるを得ない。そうした設計案の背景として、異なっても説明できる形で自分なりの解釈を持つ必要がある。

以上の2点が主要な必要場面であるが、さらに言えば上記の①は、教会毎の違いを設計者が知るためにも重要である。聖堂・礼拝堂の空間設計を決める典礼所作に例を採れば、正教会では教会による違いはほとんど無いと言われており、祭儀の時間も長く密実である。カトリックでは、基本的な祭儀所作はバチカンを中心に定型（現代では、第二バチカン公会議典礼がそれに当たる）があるが、説教の部分は教会毎・司祭毎に異なり、時間は短い。しかしプロテスタント諸派では、宗派毎の違いも大きい。何よりその教会の牧師次第であり極めて独自性が高いと言われている。また説教と言われる人声による祭儀が中心を占める。一方、比較するとカトリックでは、聖歌・祈りの言葉斉唱といった、音楽的祭儀の比率が大きい*5。こうした聖堂・礼拝堂の空間設計に死活的に重要な幾つかの事項について、深い相互理解を得ることが、教会設計では重要である。なお教会設計の対象としている構成要素空間は、以下の通りである。

カトリック修道会教会

聖堂 + 信徒会館 + 修道院（住居）

カトリック（小）教区教会

聖堂 + 信徒会館 + 司祭館（住居）

プロテスタント

礼拝堂 + 信徒会館 + 牧師館（住居）

2. 教会の社会成立性から導かれた教会建築の空間

本論文ではカトリックの流れを軸に、社会変動や宗教改革に洗われるまでの原始キリスト教会からゴシックまでを考察する。

表1にキリスト教諸派の流れを、また本研究においてキリスト教史の中で特徴のある時代区分を拾い上げた分類は、表2のようである。

表2にある6「ルネサンス」から7「宗教改革」8「プ

表2 本研究が採用しているキリスト教時代区分とその特色

キリスト教としての時代区分と特色の要約		
	キリスト教としての時代区分	要約
1	原始キリスト教会	使徒時代の普遍の典礼の始まり
2	バシリカ	信徒増加と殉教記念の建築
3	長堂式と集中式の空間	東方教会に永続する典礼
4	ロマネスク祈りの空間	地域に根差した修道院建築
5	ゴシック	中世の社会背景を映す建築
6	ルネサンスの芸術と信仰	激変下での教会建築の原点回帰
7	宗教改革の空間改変	原始プログラムへの回帰
8-1	プロテスタント諸派の模索	
8-2	プロテスタント改革初期の空間プログラムの追求	
8-3	17世紀以降のプロテスタントの礼拝空間	
9	カトリックバロック	対抗宗教改革宣教の教会堂
10	教会の現代化と建築表現	第2バチカン公会議の新典礼

プロテスタント諸派の模索」9「カトリックバロック」10「教会の現代化」（第二バチカン公会議以降）の5期までは既に述べたように別論文で考察しているので本論の対象外とし、現代に繋がる大きな社会変動を踏まえた教会建築の流れを、1期の原始キリスト教会から5期のゴシックまで考察する。この画期に合わせて、図番も1期、2期と分類毎に示し、1期＝原始キリスト教会であれば、1-1のように付番する。

1) 初期キリスト教会 使徒時代の普遍の典礼の始まり

集まる人々そのものを教会＝神の家とする概念が創造された時でもある。礼拝自体が信仰告白であり信仰証明＝あかし、であった。聖パウロ*6が改宗してローマの領地内で布教し、急激に広がった。初期の礼拝集会については、1世紀末シリアの改宗者のための指導書『デイダケー』*7（作者不詳、十二使徒の教訓）に、司教、長老、執事の役割、洗礼や悔悛に関する規則、断食や祈りに関する指示、最古の聖餐の祈り等も既に記述されている。《イエスが十字架刑受難の後3日で復活したとされる日＝主の日（週の初めの日、日曜日）を記念し、主の晩餐を記念するために集まる》という礼拝の方法がみえる。既にユダヤ人のサバト・安息日の土曜日に代わり、復活の日・日曜日に集会聖餐式が行われていて、普遍的典礼（行動プログラムのレベル）の始まりがみてとれる。

初期の礼拝ではユダヤ教会堂のシナゴークや、2世紀頃までは集会可能な住宅の広間も使われた。ローマの信徒貴族たちは家屋を寄贈し、当時は住宅入口に所有者の銘を打つ習慣があり名義教会堂（ティトゥルス）ともよばれた。礼拝時の信徒の様子は、150年代ユスティノスの著作*8にある。ユスティノスの述べる典礼の形式は、《聖書の朗読、説教》《聖餐》《祈り》を中心としたもので、この基本プロ

表-1 キリスト教諸派一覧

325	431	451	726	1054	1517	16C以降
ニカイア公会議	エフェソス公会議	カルケドン公会議	聖像敬慕運動	東西教会分裂	「宗教改革」	「宗教改革」
アリウス派	ゲルマン人へ 後に消滅					
アタナシウス派	ネストリウス派					
	正統教会	単性派	(アレクサンドリア)	コプト (エジプト) 教会		
				エチオピア正教会		
				シリア正教会		
				アルメニア正教会		
		正統派 (カルケドン派)	(コンスタンティノープル)	東方正教会		ギリシャ正教会
						ロシア正教会他
			(ローマ)	ローマ・カトリック	ローマ・カトリック教会	
					プロテスタント	ルター派
						英国国教会
						カルヴィン派
						その他新教諸派

表1 キリスト教諸派

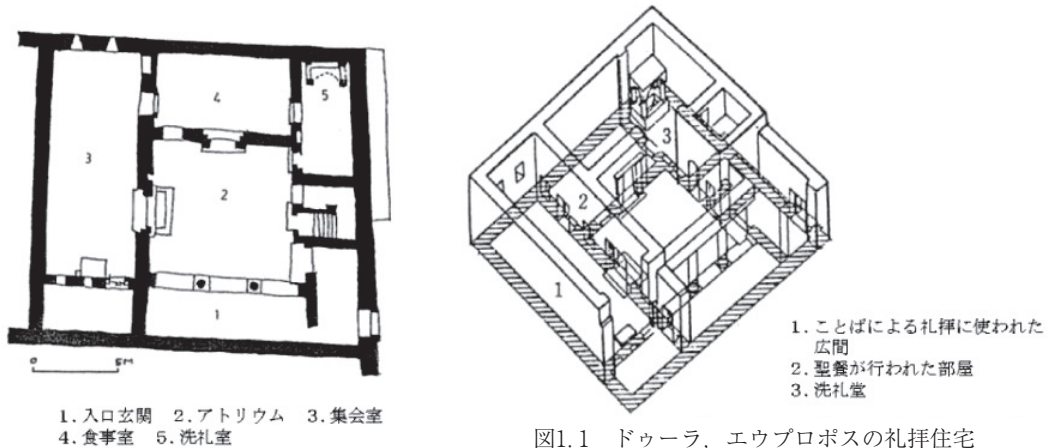
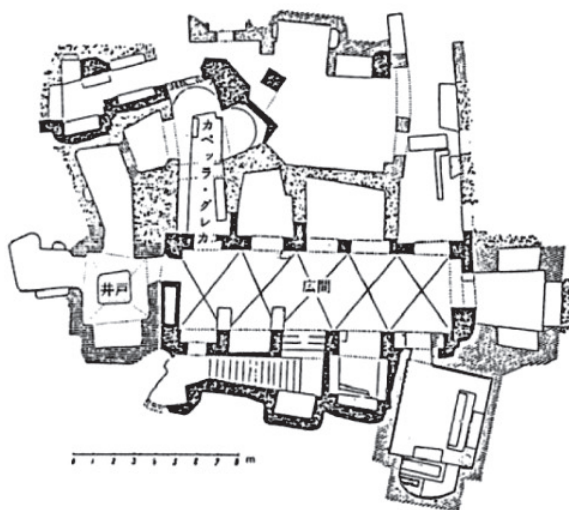
図1.1 ドゥーラ, エウプロポスの礼拝住宅
(平面図, 立体図)

図1.2 カタコンベ平面図



図1.3 カタコンベ, カペラ・グレカ

グラムは二千年の間ほとんど変わっていない。

初代教会の最古の遺構／紀元三世（232年頃）と言われているドゥーラ・エウプロポスの遺跡／シリア（聖パウロが最初期に布教した場所）が1934年に発見された。「それは、「キリスト者の家」（教会）として232年～233年に改造された二階建てである。ことばによる礼拝に使われた広間・聖餐が行われた部屋・洗礼堂からなり、最古の教会堂遺跡と言われている。これは8m四方の中庭をもつ住宅の壁の一部を取り除いて集会の場に転用し、その右奥の一室に洗礼室と思われる水盤のある部屋がある。広間には司会者の席らしい段が残し「ことばの典礼」が行われ、奥の小部屋に祭壇は見えないが、聖餐の場と想像される。また新約聖書のイエスの生涯や救いを描いた壁画が残されている。」*⁹（図1.1平面図、立体図）（日本基督教団編『教会建築』）既にここには教会建築普遍のプログラム＝《ことばの典礼の場》、《感謝の典礼・聖餐の場》、《祈りの場》の原型がある。すなわち《イエスのことばである聖書の朗読をより鮮明に聞き》、《祭壇をより近くに親しく囲み》、《目に見ることのできない事象を、洗礼儀式や壁画を見せることで、目に見えるように伝える》、より親密な礼拝空間の中で信仰が強化されていた。

2) バシリカ 信徒増加と殉教記念の建築

キリスト教信仰は急速に広がり、宗教に寛容なローマ帝国も急激な変化を恐れて、次第に教徒迫害を行なうようになった。理由の一つには、キリスト教の他宗教に排他的な姿勢がある。初期には教会を公に建てることは許されず、殆ど残っていない。迫害の最盛期には、地下室や墓地のような空間に潜んだ。この時代から次第に殉教者に対する尊敬が厚くなり、地下墓地（カタコンベ）の墓石の上で聖餐を行う習慣もでてきた。これは石で祭壇を造る習慣や聖人の遺骨等の聖遺物を祭壇に納める習慣の元になった。典礼学者・土屋吉正の『典礼の刷新』によると、プリッシラのカタコンベには「ことばによる礼拝の広間のほかに、カペラ・グレカと呼ばれる聖餐の間（図1.2平面図、1.3カペラ・グレカ）と洗礼の間もあった。」*¹⁰とある。

313年ミラノ勅令によりキリスト教は信仰の自由を保障され、教会堂建設が可能になり公に礼拝が行えるようになった。さらに380年テオドシウス帝により国教と定められると、強力な宗教に変化していく。そこに多くの人に布教するため、迅速に多数が集まる巨大空間＝会堂が必要となった社会的背景がある。これに直結したのが、バシリカ式公共建築物である。基本的に長方形の建物で後陣背後に構える半円形の壁が優れた音響効果を持ち、大勢の会衆に十分聴かせることが出来た。バシリカは転用が容易で、急激な信徒増加に対応できた。教会の経済力が豊かになると儀式も厳かになり、壁面をモザイクタイルや壁画で装飾し教会堂が壮麗に設えられるようになる。この時代、既に迫害時代の殉教の場所は、崇拜の対象となっていたとされる。聖人や殉教者は生きている人と天上とのとりなしを行う存在とされ、これは中世での聖遺物信仰にもつながる。この

時代にはローマ全域で殉教の地に畏敬を払うことが共通の信仰の証しであり、こうして使徒聖ペトロの墓所の上にバシリカ式教会堂が建てられ（図2.1）人びとの礼拝や巡礼の重要性を高める役割を果たしていく。

鈴木聖子、西田雅嗣らの論文『首都ローマにおけるコンスタンティヌス帝のキリスト教バシリカ建築群について』は、当時ローマに建立された建築の空間構成の特徴を比較検討し、バシリカ成立過程を考察している。キリスト教バシリカは市壁内に2、市壁外に8あることが記され*¹¹、この時期に長堂型と競技場型があったというが、競技場型はすべて殉教者記念教会堂で墓地であるため常に市壁外に存在した。この競技場型と長堂型が並列の時期を持つことで、それらが交差廊をもつ巡礼用の巨大な長堂型次世代教会堂へと至る過程を如実に示すものと言える。バシリカ様式はローマの旧聖ピエトロ大聖堂を母教会とする考えの中で、教会建築の原型となっていった*¹²。しかしこの時代の社会的成立背景（状況プログラム）に対し、大きな問題点も抱えていた。大勢が集まる状況でも、《イエスのことばをより鮮明に聞くことばの典礼》《主の食卓をより近くに囲むという、聖餐のミサを行うこと》、《目に見えないものを目に見えるように伝える教示的役割》という3つの根源的な存在プログラムの要素は外せない。しかし、「主の晩餐を祝うことの再現＝感謝の典礼―聖餐」のために祭壇をより近くに囲みミサを行なうという行動プログラムに対して、縦長の長堂式バシリカでの内陣配置祭壇では、親しく主の食卓を囲むことは困難である。そのため初期バシリカ教会では、典礼の途中で祭壇を信徒たちの中心に移動するなどの工夫も行われていた。しかし大空間に大勢が集まるようになると、祭壇を親しく囲む聖餐式に人びとは慣習として参加するだけとなる。（図2.2、2.3、2.4）

一方、大バシリカ会堂の中で一般信者が積極的な役割を果たせる方策として共通の典礼儀式が重視され、目にみせる形をとるようにもなった。聖歌行列、諸聖人礼拝などの典礼所作である行動プログラムが建築空間に影響を与えた。殉教者ユスティヌスが記したような単純な礼拝形式は、参加する多数の民衆に対応し、長く荘重で格式あるものに変化した。ローマ帝国の威光を反映し、劇的できらびやかな祭服、美しい歌で異教アリウス派に対抗する要素をもつ礼拝形式は、「目に見えないものを目に見えるように伝える」教示的役割を果たした。これらは東方教会で見られる典礼儀式にも深くつながる。また、トリエント典礼*¹³を介し現在の教会とも密接に関係している。さらにミラノ・アンブロシウス司教（西方修道院制度普及に尽力、聖職者の清貧、独身性、土地不所有を宣言）により、386年ミラノ大聖堂が献堂され、敵対する異教指導者に目に見える教会堂の存在で対抗した。また毎日のミサや1日数回の祈りの習慣、聖人の祝日を記念する特別の儀式などが整えられ、各地の大聖堂で広く行われた。

メソポタミア周辺域イラク西南砂漠の初期キリスト教遺構の岡田保良らの研究では*¹⁴、ローマ・ビザンチン文化圏以外の西アジアに着目している。この地域にも教会史のご

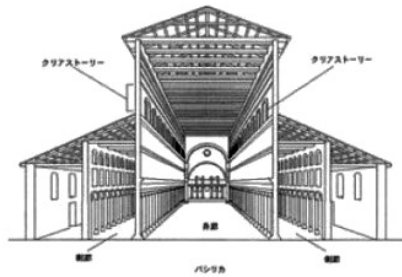
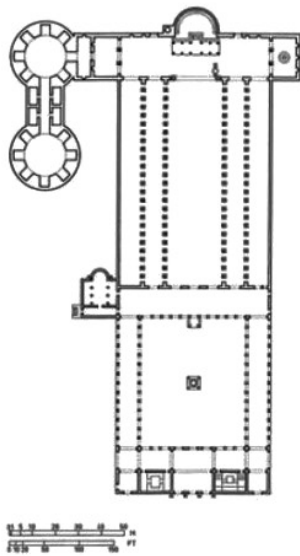


図2.1
旧ピエトロ（ローマ）の復元平面図

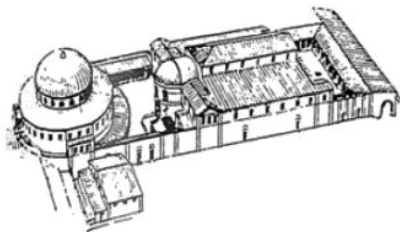


図3.1 328-36 聖墳墓教会

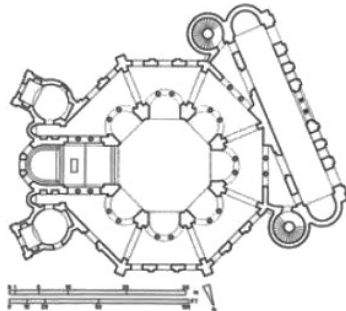


図3.2
530-47 サン・ヴィターレ教会

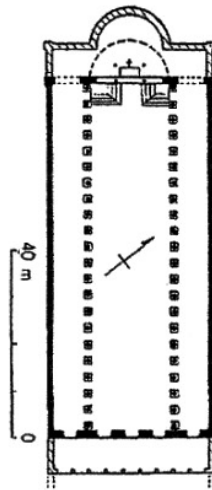


図2.2 470年頃
テサロニキのアキロビエス教会

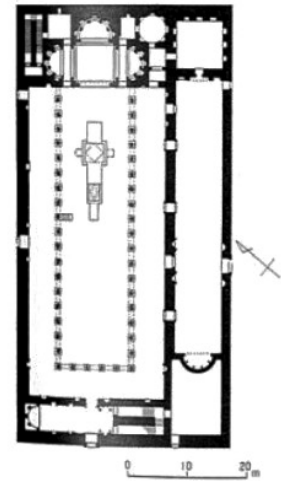
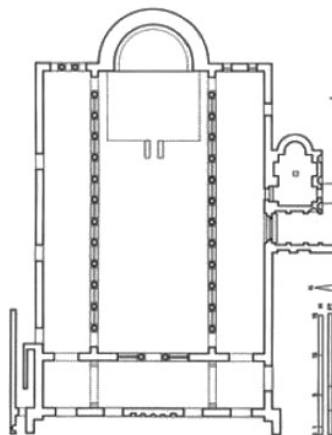


図2.4 344頃 白修道院

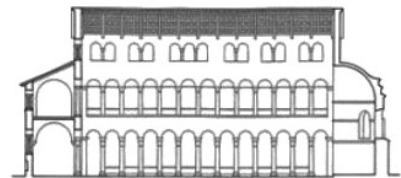


図2.3 432-40 サンタ・マリア・マジョーレ

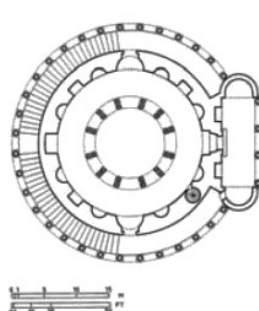


図3.3
320頃 ローマのサンタコンスタンツァ聖廟

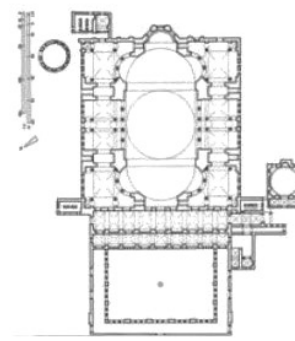


図3.4
BC532-37 ハギア・ソフィア

く初期から教区があり、多数の教会・修道院が分布していた。イスラム初期イラク西南砂漠の一隅に、教会堂、修道僧居住区、修行用洞窟等のキリスト教修道院が創設されている。そこでの教会堂は矩形ニッチを備えた主内陣や各廊を間仕切る点など、その周辺に知られていた教会形式と異なった建築的構成であったことが述べられ、これら地域のキリスト教団に建築規範が存在したことを窺わせている。

この調査で特筆されるのは、6世紀北シリアの矩形主内陣を持つ形式の、ダール・キターの聖セルギオス教会の特色である。ここでは身廊に向かって大きく開口する点と奥行きが浅いことがあげられる。さらにトゥールアブディン地方では大きく2種類の形式があり、一つは奥行きの深い身廊を特徴とし、他は三分形式の内陣とその前面に横たわった幅広の特異な身廊が特徴的であり、メソポタミア独特の教会形式が示されている。これらは先の大バシリカ教会堂での典礼行動プログラムにおける問題点＝聖餐を巡るプログラムの解決方法として有効であり、宗教改革の改革派の教会堂空間で実験的されたことが、初期教会で既に行なわれていたことを示すものである。

3) 長堂式と集中式の空間 東方教会に永続する典礼

長堂式バシリカから発展したのが多廊式バシリカである。祭壇は殉教の聖人の墓であり、同時に主の食卓である。このプログラムを表現できるのが集中式空間だが大きさに限界があり、廟や洗礼堂に使われていた。バシリカと集中式空間の結合型として、コンスタンティンの母聖女ヘレナによるベツレヘムの聖降誕教会が八角堂を内陣とする五廊式、エルサレムの聖墳墓教会（図3.1）などの大空間の教会堂が挙げられる^{*15}。

篠野志郎郎による論文『初期キリスト教ローマ帝国のキリスト教建築における集中形式会堂の堂内の建築構成』^{*16}では、初期集中形式の遺構が北アフリカ沿岸を除き帝国領内に散在し、洗礼堂のように単一機能に供される建築と異なる機能を持っていたと言う。この集中形式の遺構は一般信者の世俗教会と違い、宮廷や当時の上層階級の礼拝堂としての特殊な建築であった。その典礼儀式については、ユカリスト典礼と殉教者儀式とが主流であったと言う（ユカリスト典礼は、奉納・祈り・聖体分割・聖体拝領の4つの部分からなる）。別用途でも対象教会建築は類似の平面構成を持ち、そこに類似した規範が認められる。従ってその形態から、典礼行動が空間と相関することが示される。（図3.2、3.3）

正教会（ギリシャ・ロシア正教）は東西融合のビザンチン文化からの影響が大きい。330年にローマからコンスタンティノーブルに遷都した後、帝国は395年に東西分裂する。西ローマ帝国は476年に滅亡し、東ローマ帝国は1453年までの約千年にわたり繁栄した。しかし東西教会は11世紀に公式に分裂する以前から、違いを生じていた。教義の解釈による存在プログラムの形式の差異は、行動プログラムである典礼儀式の差になり、そこから導かれる教会の空間プログラムによる建築様式の違いとなっている^{*17}。東方教会建

築の特徴は、聖なる丸天井という原型から発展した集中式空間である。正方形平面の中央に円形ドームを載せる技術から、平面は自然に正多角形となりバジリカのような縦長平面とは異なる集中式平面となった。建築的特徴は柱頭にドゼレット（Dosseret）と呼ばれる副柱頭をのせて幅の広いアーチを受ける技法で、その柱頭は大理石の透かし模様などで装飾された。最大の建築であるハギア・ソフィア（Hagia Sophia BC532-37）（図3.4）は、ユスティニアヌス時代の537年にわずか6年で完成した。この壮麗な様式はサンピエトロ寺院等の西方の教会建築にも影響を与えたとされ、少なくとも西方の競争心を呼び起こしたことは、想像に難くない。そのドームの構造や華麗な装飾は典型となり、東方世界のあらゆる場所で今も見られる。

正教会では、感覚を押し静め心の目を開かせるような場の設えが要求される。聖堂自体の美観を誇るものではなく、「キリストの体」である共同体の精神性に方向を与える媒体とされ、修道士と信徒は区切られない。その教義では聖堂は母の胎内と同じ役割と理解されていて、それが根本の存在プログラムである。絶えず祈りを唱えて神の中で生きようとするのが教会の手本となる。パウロが教会を「キリストの体」と命名したように、それを具体化する場所とされる。この存在プログラムから導かれる空間が、初代教会の実現である。東に向かって聖堂は建てられ、日の上り来る方角に向かい、世の光であるキリストを想い起こす。聖堂は大きな神の懷であり、内的体験である。聖像は偶像として禁止され、教会音楽の典礼による荘厳な響きや、天蓋を始めとする聖画に囲まれた空間に包み込まれることが特徴である。東側後陣には、信者のために神へのとりなしをする「神の母」（テオトコス）聖母マリアが描かれる。東方正教会の空間には、フレスコ画やイコンと蠟燭の光を操作することにより、祈りや瞑想を誘う機能がある。

その設えの目的は、キリストが世の光として人の心の中に輝くということの疑似体験である。聖堂空間のドームの役割は、「パンクトラトル（全能者）」であるイエス・キリストが降臨し、審判を行なうことを体感するため全てを包み込むことである。平面図は正十字形であり、それは中に入るものがキリストの十字架の中に入ることを意味する。規模に関わらず内部は華麗なものが多く、精神的な体験を提供する設えである。ここでの典礼行動は、伝統的に起立が祈りの基本姿勢で、ドームの中心が典礼儀式の中心で聖書が朗読される。聖餐卓（祭壇）はバシリカより人々に近い。集中式会堂では、空間プログラムが《ことばの典礼》を示すと共に《感謝の典礼》のプログラムを現し、神学的構造＝存在プログラムとなっている^{*17}。

東方教会では、信仰の真理（存在プログラム）は典礼（行動プログラム）に付託され、礼拝の形式を変えることは礼拝が伝える真理を変えることになった。一方カトリック教会では、真理（存在プログラム）は公会議での教義研究に付託されていた。現代で言う、一種の民主主義／人主義である。真理は人々の共同体に置かれており、人が聖とされるためには信仰者の集合体＝教会に入ることでのみ

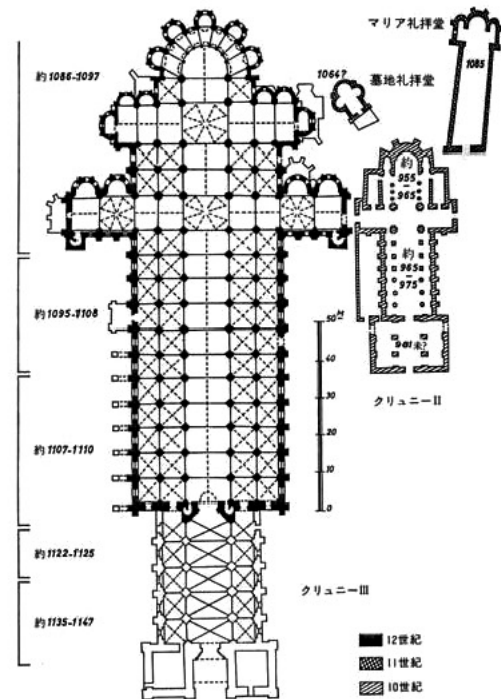


図4.1 クリュニー修道院教会

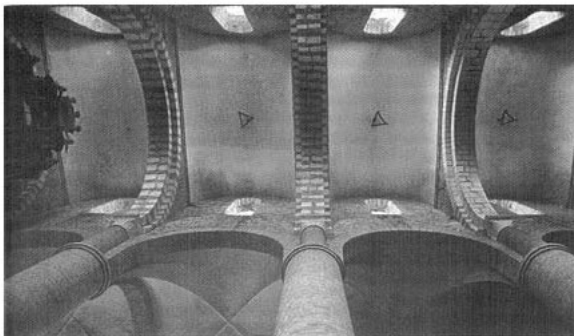


図4.2
1019 トゥールニュのサン・フィリベール修道院教会の
横方向の半円筒ヴォールト

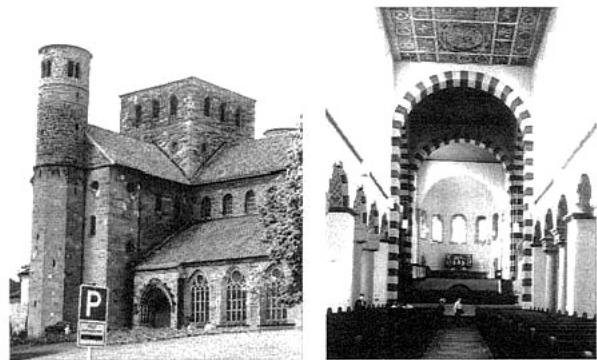


図4.3 1010-33 ザンクト・ミヒアエル教会

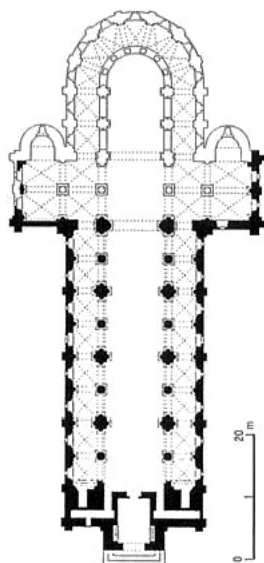


図4.4
1037-66 ノートルダム・ド・ジュミエージュ教会

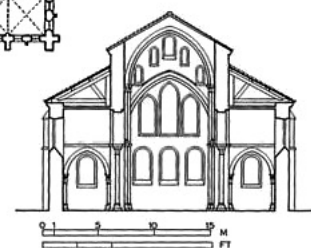
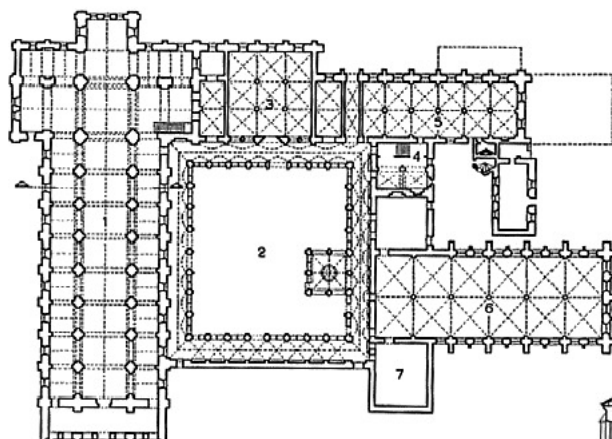


図4.5 フォントネーのシトー派修道院

可能である。イエスは共同体である教会に内在するとされ、信仰する人々の集合体の教えが一致して言い表されるとき、それは神自身の言葉となるという考え方である。ローマ・カトリックは宗教としては珍しく、人々の意見の一致が神の意思となるのである。このように東西教会は行動プログラム・建築プログラムにおいても、存在の基本プログラムにおいても少しずつ異なるが、本質的なキリスト教義を信仰しているという基本点では一致している^{*18}。

4) 祈りの空間 ロマネスクの修道院建築(図4.1)

10～11世紀ヨーロッパは異民族大移動も一段落し安定、生活も向上し建設が多く行なわれる。バシリカからロマネスクへの大きな変化は(図4.2, 4.3, 4.4)、木造屋根架構から堅固な壁体の石造ヴォールトや交差ヴォールト構造による、明快で幾何学的な空間を特徴とする。ローマ帝国末期の混乱からヨーロッパの基本社会が形成された時期、共同生活を送る修道院が発達する。先ず修道院の存在の前提となる、「祈り」について整理する。典礼学者・土屋吉正が「ミサーその意味と歴史」で神への3つの祈りを大別している^{*12}。

- 第一の祈り 初代教会の頃からの習慣。一日を区切り絶え間ない祈りに勤める。修道院における聖務日課もこれにあたる。
- 第二の祈り 旧約聖書の神への賛美と感謝の詩「詩篇」を用いる祈り。修道院では歌を共同体の祈りとして発展させた。
- 第三の祈り 夜の祈り。次の朝までの闇を抜ける平安を祈る。

修道院では3つの祈りが一つに形成され、具体的な形・制度になった。それは修道生活の父と呼ばれる聖ベネディクト^{*19}から始まる。彼は修道院共同体の理想を実践に移し『聖ベネディクトの戒律』を著し、祈りと労働を交互にして修道者が容易に一日全体を神に奉献できるようにした。この戒律は、現代までベネディクト修道会の基本理念である。形・制度になった祈りも明確に識別され空間行動に影響を与える行動・所作であることが言える、労働と祈りを日課とする観想修道会の生活は精神性の極みであり、それに触れる人々の心を打つ。

修道院の存在の目的と要求は、神との関係を深く強めることであり、それは、祈りと労働によって具体化される。従ってその機能は、労働と祈りを実践しやすいことであり、空間はそこから導かれる。聖堂は修道院配置計画の中心に位置することが求められる。聖堂は精神性の追求に集中でき静寂と沈黙を保証する装置であり、祈りを捧げる詩篇の歌声が効果的に響く音響の場が求められた。各修室(修道士の室)も含めて修道院全体が祈りに相応しい空間となり、繊細な光による静謐な空間が求められる。ブルゴーニュ地方に910年に設立されたクリュニー修道院(図4.1)が、代表的な修道院建築である。厳しい戒律で知られたベネディクト会の修道院で、初代の建物は簡素で小規模な聖堂で

あった。994年に選任されたオディロ修道院長は、クリュニーが学問と典礼と教会美術の中心となるよう尽力した。典礼音楽を推奨し、建築空間においては遠方から取り寄せた列柱や大理石で回廊を飾ったといわれる。最盛期には千二百の修道院、二万人の修道士を抱える規模になり、さらに王侯貴族の寄進を多く受けて次第に絶大な力を持つことになる。12世紀に建てたクリュニー第三修道院大聖堂(図4.1)は、当時最大のロマネスク建築である。この大聖堂では屋根構造や平面計画に関する明快な解法が採用された。尖塔アーチが全体に用いられ、その後分かれたシトー派修道会によって、厳格に機能的な建設方法をとることになった。このことから建物の規模が拡大し、光源の増量を可能とするための高窓の設置、それによる垂直性の強調が生まれた。豊かさを背景にした会堂は、壮麗な典礼と華美さを纏うことになった。しかしこの方向性は、修道院の祈りの空間に求められる存在プログラムからは変質していった。

精神的な空間を追求し人里離れた場所に作られた修道院では、厳しい修道生活を送ることも聖堂・修道院を作る行為そのものも目的であった。修道生活の場の空間プログラムは、<認知的次元>の行動である精神的な祈りの空間を、聖とされるものとして設えることである。人の力で石を切り出し穿ち積みあげる方法による空間や、石造の厚い壁に穿たれた小さく深い窓からの制御された光には、深い祈りに導かれる力が満ちている。ベネディクト会から分かれたセナク修道院、ル・トロネ修道院などに代表されるヨーロッパ各地のシトー会の修道院(図4.4, 4.5)は、円形と直線を基本とした簡素なロマネスク様式の建築空間である。祈りと清貧、そして厳格な規範を基本とする精神を明確に反映して簡明に尽きるものである。現在でも禁欲的な精神を純粹に内省化するような霊的空間において、その空間プログラムを存在させ続けている。アドルフ・ロースは著書『装飾と犯罪』の中で、「トロネは建築そのものの象徴であり一切の装飾を排除した祈りの空間である。そこにあるのは光と陰のみである」と述べている^{*20}。

5) ゴシック 中世の社会背景を映す教会建築

1054年に東西キリスト教会は完全に分裂し、カトリック教会は独自の建築様式の時代となる。西ヨーロッパの繁栄を受けて、中世都市発達の最盛期にゴシック建築は出現した。ゴシック様式は12世紀にフランス北部のサン・ドニ修道院の聖歌隊席の改修に際して初めて誕生し(図5.1)、ルネサンスまでの間、全ヨーロッパに大流行する。ジャン・ジェンペル著『カテドラルを建てた人々』^{*21}に「12世紀から4百年の間に、フランスでは数百の大教会堂、数万の教区教会堂が建てられた。」とある。初期ゴシック大聖堂のほとんどは、ルイVII世(在位1137-80)治世に着工され建設が進められている^{*22}(図5.3, 5.4, 5.5, 5.6)。時代が安定し経済力がでてくると、鐘樓の併設も一般化した。中世の建築技術の発達、バシリカの木造小屋組技術の石造への置換えであったが、その建築構法はキリスト教世界の確立とともに技術的発達を遂げる。屋根を支える架構を石造

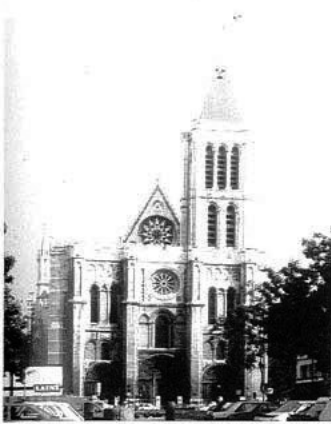


図 5. 1 1140-44 サン・ドニ修道院

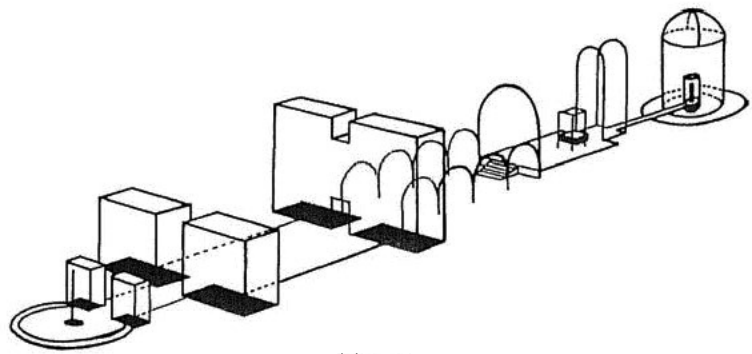
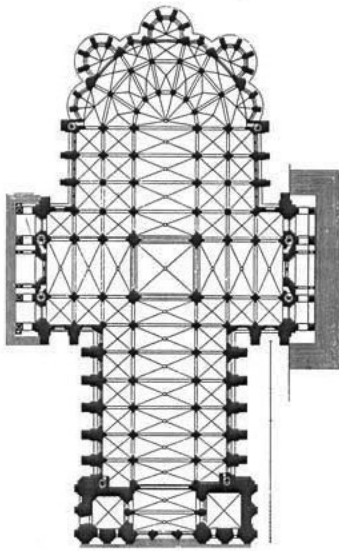
図 5. 2
ゴシック大聖堂の建築に行列的性格を付与する
さまざまな部分への分解

図 5. 3 1194(起工) シャルトル大聖堂

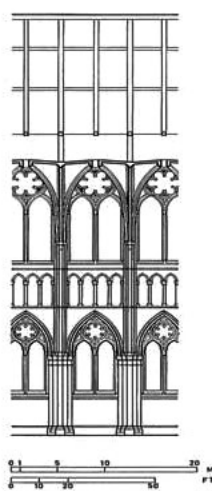
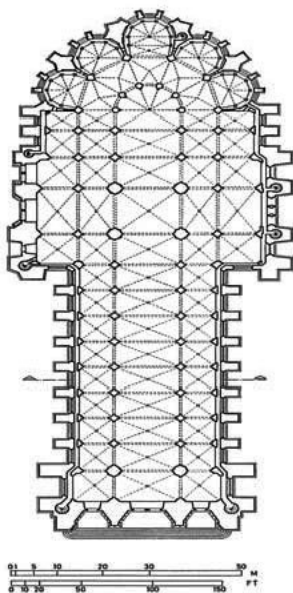
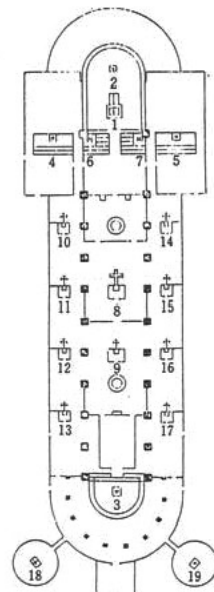
図 5. 5
1248 ケルン大聖堂図 5. 6
1663-1250頃 パリ大聖堂

図 5. 4 1210(起工) ランスのノートルダム大聖堂

図 5. 7 9世紀、
多数祭壇が作られた聖ガレン修道院の聖堂

にしヴォールトの円筒アーチを壁の間にかける工夫から、交差ヴォールトの発明を経て横方向への自由が生まれた。後陣のアプスと翼廊のトランセプトが伸びて平面が縦長十字形になり、三廊式バシリカの平面にトランセプトが張り出した形となり、多くの教会でラテン十字形が生まれた。リブヴォールト・尖頭アーチ・フライングバットレス・尖塔ピナクルなど、石造建築技術表現が発達する。

ゴシックの空間プログラムは、縦長の構築である。たがいに区別されうえる一連の要素、扉口、ナルテックス、身廊、交差廊、内陣、後陣、周歩廊を長軸に沿って構成する行列的構築である。ゴシックは長期間の工事のため同じ建物に異なる手法が見られ、それぞれの時代の造形意匠と構法と技術が適用されると空間意匠は混乱もしたが、石造骨格の構造化により成立した論理的表現ともいえる。(図5.2, 5.3, 5.4)

ゴシック建築は、バシリカの壁面モザイクの微妙な光の効果から、ステンドグラスによる圧倒的な光の空間に変化した。ゴシック空間は新たに、聖書の記述の表現としての役割も持っていた。教会の存在自体が《目に見えないものを目に見えるようにする》機能を持ち、12世紀イタリアの修道士・グラティアヌスが、「絵は平信徒の聖書である」と言っているように、ステンドグラスの窓やフレスコ画は《貧者の聖書》とも呼ばれ、文字の読めない貧困層に信仰の原理を伝える教材でもあった。説教は小教区司祭の義務であったが托鉢修道士が行う場合を除けば貧弱だったこともあり、教材として聖書の場面を彫刻し、ステンドグラスとも併せて視覚教材のあるいは図書の役割が教会建築に備えられるようになった。十字架像はキリストの受難、祭壇は聖餐、水盤は洗礼を表現し、そして諸聖人の画像などで重要な宗教的シーンを表すのである。

言語の問題は教会建築プログラムにおいても重要な意味を持つ。説教や一部の祈りは土地の言葉であったがミサはつねにラテン語であり、聖歌隊もラテン語で歌った。ラテン語での統一は、カール大帝によって神聖ローマ帝国内の典礼を統一する意図で行われた。781年に教皇ハドリアヌスから聖餐を含む典礼用祈祷書「サクラメントリウム」を手に入れ、それに従うことを命じたことから始まる。典礼や聖歌を土地の慣習に合ったものへ改善するなど、カトリック教会を土地の文化に合わせることで社会に根づかせることも試行された。音楽の様式も整え、16世紀の宗教改革まで単旋律聖歌が最も一般的な教会音楽となった。聖歌は読み書きを知らない人々が聖書を学ぶ手段の一つであり、神への賛美の表現でもある。オルガンは中世の人々にとって鐘と同じく、人々を礼拝に集める合図であった。オルガンの配置は典礼での位置づけにより位置も変化した。

この時代は、日曜日や祝日にはすべての人がミサに参加することになっていた。しかし頻繁に聖餐にあずかれるのは司祭や修道士、修道女だけであった。復活祭などの大きな祝日のみ告解をしたうえで、全員が授かる決まりであった。礼拝のあいだ人びとは起立し、跪いて祈るときは鐘で合図された。主日に教会に行くことは人に会う機会であり、

くつろげる場でもあった。小教区の教会は常時開放されていて、勉強や裁判、社交などさまざまな共同体の生活の場所、公民館的役割をも担った。現代では空間認識において身廊の中心軸を意識しているが、この時代の教会空間では一人一人が『キリストのみ名による集まり』に一体化され、そこで起こることに参与する。例として、カロリング時代の初中期資料、ザンクト・ガレン大修道院の平面図がある(図5.7)。ここでは祭壇を身廊の中央、建物の東西の端部にあって向かい合う二つのアプスまたは内陣の中間点に位置づけている。その主導原理は、東方教会のように中心に集める性質である。円環的な行列によって典礼行動は祭壇へ移動していく。

ロマネスクの大修道院教会堂やゴシック大聖堂には、座席はない。中世の教会堂は幾つもの空間に分かれていた。中世では発達した修道院の聖務日課の中心にミサがあったことから、聖餐に対する個人的・主観的な信心の傾向があった。ミサが個人的なものになると、大修道院や大教会には多数の祭壇で同時に別々にミサが行われることが存在した。祭壇と貴賓席は別として14世紀までは説教壇は可動式で、人々は周歩廊を巡り移動していた。

初代教会から存在する普遍のプログラムでは《最後の晩餐の『記念』に親しく参加する》ことが、典礼・行動プログラムとして自然に表現されていた。聖餐は信徒が一致することで表現される行動プログラムである。しかし空間が巨大化してからは、一般信徒の一致は困難だった。アプシスは奥へ入り聖餐は一般信者からは近寄りがなくなっていた。身廊と内陣の間には、聖職者や修道者の特別な席がつくられ、身分を区別する柵・内壁が設置されていた。司教座や司祭席は内陣最奥の側面に配置され、祭壇はアプシスの壁際におかれ、その背後は壮麗な絵画や彫刻で装飾された。また空間の巨大化は音響的に響き過ぎ、ことばの典礼である説教が聞き取りにくい。さらにゴシックの林立する柱群は聴衆から説教者がよく見えない状況もつくっていた。最高の技術傑作ともいえるゴシック教会は至高の空間とはなったが、初代教会の普遍の存在プログラムからは離れる部分が多くなった。教会での典礼・行動プログラムに真の参加ができない状況は、宗教改革への大きな誘因となった。

3. 結 論

初期キリスト教会からバシリカ、東方教会での展開、地域に根づく祈りの空間としてのロマネスク、祭儀空間の頂点に達したゴシックまでを考察する中で、基本的な典礼とその空間機能は本来不変である。しかし宗教的な価値観や社会の在り方により様々な変化を産み、カトリック、正教、その他も含めて、宗教改革以前のキリスト教世界においても、教会建築の形態は決して固定的なものではなく、それぞれの時代で求められた条件により種々に変化して来たことが見て取れる。例えばバシリカはかなり長い間支配的な形態ではあったが、それは求められた条件に対応した結果であり、キリスト教会建築の支配的な形態ではないことが

明らかである。

建築技術的にも費用面でもゴシックで頂点に達し、各地の教会堂で高さを目指し過ぎたが故にボーベで崩落事故が起きるなどしたことから、建設競争は冷却され終焉を迎える。一方、社会が近世へと向かう中で経済構造も変化し、地域間の教会建築建設競争の熱気も薄れ、領主と宗教権力者が支配的であった時代から、教会の世俗権力に疑問を呈する宗教改革へと進んで行く。

またカトリックのゴシックが教会建築の一つの頂点を形成したが、それだけが教会堂建築の唯一の成果ではなく、東方教会でも「主の食卓を囲む」という基本理念に基づく集中式空間、特に円形ドームを主とする独特の建築空間を創出した。その最大の建築で傑作と言われるハギア・ソフィアの壮麗な様式はサンピエトロ寺院等の西方の教会建築にも影響を与えたと言われ、長堂式と集中式の2つの根源的モデルは、現代教会建築設計にとっても基本的規範となっている。

別論文で対応を考察した第二バチカン公会議典礼に従えば、現代では集中式の平面形態を採用せざるを得なくなるが、本稿では詳述しない。

以上、ただちに教会建築設計の最終指針を形成することは難しいが、査読意見にも戴いた「長堂型」と「円堂型」の2つの基本型を基軸として、教会堂建築の形態構造を明らかにすることを目指しながら、本考察により先ずは歴史の中で教会建築が求められる条件に対応して、どのように変遷して来たのかを整理し、今後の現代教会建築の研究と設計の基盤としたい。

【注 記】

- * 1) 村上晶子 (明星大学教授／九州大学大学院客員教授～2013. 3／同大学院総合理工学府・博士課程)、湯本長伯 (日本大学教授／九州大学～2013. 3)、共著

- 1 教会建築における空間と祭祀行動に関する研究 インテリア学会論文集23号 2013. 3
- 2 教会建築設計資料としての原始キリスト教から中世信仰復興と改革までのキリスト教変遷に関する研究 日本大学大学院工学研究科研究紀要 No. 55, 2014. 3
- 3 宗教改革から第二バチカン公会議までのまでのキリスト教変遷に関する研究 インテリア学会論文集23号 2013. 3
- 4 教会建築設計資料としてのルネサンス・宗教改革以降現代までの様式と形態に関する研究 日本大学大学院工学研究科研究紀要 No. 55
- 5 日本建築学会・技術報告集「教会建築設計資料形成のための音・光環境に関する実測報告」村上晶子 (明星大学)、湯本長伯 (日本大学) AIJT1306006-05. R1 建築計画18-Aug-2013最終投稿受理／第44号 (2014年 2月号)

- * 2) 全世界人口約70億人のうち、キリスト教徒は20億人余と言われており、カトリックとプロテスタントの人口はほぼ同じくらいと言われているが、プロテスタントでは正確な数字はない。

正教会は数億人であり、相対的に少ない。我が国でもそれを反映して正教会は数少なく、主な教区は14で、教会数も

数10である。

カトリック教会は16教区700教会50万人程度、プロテスタント教会は最大宗派 (合同以降) の日本基督教団で17教区1700教会、全体では8000以上の教会がある (カトリック・情報ハンドブック、日本基督教団等、関係資料による)。信徒減少と高齢化で、特にプロテスタントが、教会数を減らしている。

- * 3) プロテスタントでは中心となる堂を礼拝堂と言い、カトリックでは聖堂という。
- * 4) 西暦という年号はキリスト紀元でもあり、キリストが誕生したとされる年の翌年から数え始めている。西暦 A. D. = Anno Domino 主の年 紀元前 B. C. (英語) = Before Christ キリスト以前
- * 5) 教会毎の違いについて、測定した客観的なデータを以て明らかにした例は見られないが、本研究の一環としてカトリックとプロテスタント諸派の2種類の教会での祭儀と空間を音環境・光環境について実測し、その違いをデータから明らかにしたものがある。
日本建築学会・技術報告集「教会建築設計資料形成のための音・光環境に関する実測報告」村上晶子 (明星大学)、湯本長伯 (日本大学) 第44号 (2014年 2月号)
- * 6) 聖パウロ 初期キリスト教の最も重要な理論家 新約聖書の著者の一人 小アジア、マケドニアなど帝国領内へ赴き布教活動、特に異邦人に伝道を行い広めた
- * 7) Michael Collins & Matthew・A・Price 日本語監修＝間瀬啓亮 中川純男『キリスト教の歴史』THE STORY OF CHRISTIANITY 2000年の時を刻んだ信仰の物語 BL出版 2001年 3月 p40 初期キリスト者の生活資料
- * 8) ユスティノス (日本大百科全書より) 哲学者であったが、キリスト教に回心。ロゴス＝キリスト論を展開し、古典ギリシアの哲学とキリスト教の橋渡しをした。護教者とも殉教者とも言われる。著作に2種の『護教論』Apologiaeのほか、『ユダヤ人トリフォンとの対話』Dialogus cum Tryphone Judaeoがある。
- * 9) 『教会建築』高橋保行 土屋吉正 長久清 加藤常昭 奈良信 日本基督教団出版局 (1985年) pp53-63「礼拝の場の機能的・神学的考察」
- * 10) 土屋吉正『典礼の刷新』オリセンズ宗教研究所 1985年 10月 p406
- * 11) 鈴木聖子 西田雅嗣 首都ローマにおけるコンスタンティヌス帝のキリスト教バシリカ建築群について 日本建築学会 (以下 AIJ) 近畿支部研究報告集. 計画系 Vol. 42, No. 計画系 (20020524) pp. 917-920
- * 12) 土屋吉正『典礼の刷新』オリセンズ宗教研究所 1985年 10月 pp. 413-414 「聖ペトロ大聖堂の諸教会に与えた影響」地下に使徒ペトロの墓がある大バシリカ。教皇グレゴリウス一世は聖堂を改築、すべての教会の母教会という考えから、この聖堂の図面がロマネスク教会建築の模範とされ、一般会衆から遠いアプシスの中の祭壇が普通になった。
- * 13) トリエント典礼とは、宗教改革以降に定められ、第二バチカン公会議典礼まで用いられた典礼様式。1570年に定められて以降1970年ごろまで全世界のカトリック教会で共通して用いられた。特色は、式文のほとんどがラテン語であることと、対抗宗教改革の一面から、極めて荘厳で華麗な特徴を持つ。定めた教皇の名を取って「ビオ5世ミサ」と呼ばれたり、「伝統的ラテン語ミサ」、などと呼ばれることもある。
1970年以降、第二バチカン公会議典礼以降、トリエント・ミサが行われる機会は少なくなったが、一部の教会ではト

- リエント・ミサを行っている場合がある。
- *14) 岡田保良「メソポタミア周辺域の初期教会形式に関する試論：イラク西南砂漠の初期キリスト教遺構について・その3」*AIJ* 学術講演梗概集，建築歴史・意匠 pp. 211-212 Vol. 1999 (19990730) 「西アジアにおける初期教会平面の比例関係：イラク西南砂漠の初期キリスト教遺構について・その2」*AIJ* 学術講演梗概集，都市計画，建築経済・住宅問題，建築歴史・意匠 pp. 1371-1372
 - *15) ハドリアヌス帝はイエスの墓を固めたが，結果的に良い保存状態となり，4世紀に帝母ヘレナの命で復活された。カエサリアの司教で『教会史』を書いたエウセビウス（263～340）が目撃しているとされている。
 - *16) 篠野志郎，初期キリスト教ローマ帝国のキリスト教建築における集中形式会堂の堂内の建築構成 *AIJ* 計画系論文報告集 No. 390 (19880830) pp. 95-107
 - *17) 高橋保行 土屋吉正 長久清 加藤常昭 奈良信 岩井要『教会建築』日本基督教団出版局 pp. 30-33
 - *18) 東方教会の典礼様式はシリア，マロニート，シリア＝マランカラ，コプト，エチオピア，ビザンツ，カルデア，シリア＝マラバル，アルメニアに分けることが出来，ビザンツが重要である。これに属するアルバニア，ギリシャ，グルジア，ブルガリア，ユーゴスラビア，ルーマニア，ルテニア，ロシア，メルキートでは，それぞれの様式が多少とも異なる。
 - *19) 聖ベネディクトはエジプト以来の修道共同体の理想を実践に移し「聖ベネディクトの戒律」を著した。「祈り，そして働け」(*Ora et labora*) を実践し，祈りと労働で，修道者が一日全体を神に奉献できるようにした。
 - *20) アドルフ・ロース 伊藤哲夫訳『装飾と罪惡』中央公論出版 平成17年
 - *21) 『カテドラルを建てた人々』ジャン・ジェンペル著 飯田喜四郎訳，鹿島出版会，1969年「アミアン大聖堂7700㎡，これは当時の約1万名の市民全部が堂内で儀式に参列できる…中世教会堂の天井や塔，尖塔は驚くほど高く…12世紀シャルトル大聖堂…30階建の高層ビルに」等々の記述がある
 - *22) 加藤耕一 ルイⅦ世による初期ゴシック大聖堂建設への関与の実態について *AIJ* 計画系論文集 pp. 33 No. 554 2002

南海・東南海地震に対する地域別の防災意識の特性に関する研究

廣田 篤彦*・土方 吉雄**

A Study on the Characteristics of Consciousness of Disaster Prevention in Different Localities for the Nankai and the Tonankai Earthquakes

Atsuhiko HIROTA* and Yoshio HIJIKATA**

Abstract

This is a study on the degree of people's interest in the Nankai and the Tonankai Earthquakes and their consciousness of disaster prevention. Both items differ according to the geographical conditions of their place of residence, such as whether in the interior of the country or on the coast, and it is necessary to take measures as regional characteristics demand. On the other hand, there is a difference in consciousness according to age or sex, it is, therefore, hoped that a system will be built for the education of disaster prevention, especially one intended for the younger generation, like a parent-child participation in emergency drills.

Key words: 南海地震, 東南海地震, 関心度, 防災意識

1. 研究の目的と背景

平成25年5月、政府の地震調査委員会の発表^{注1)}によると、南海トラフにおいて、今後30年以内にマグニチュード8以上の巨大地震が発生する確率は60~70%程度であるという。また、平成24年8月の中央防災会議^{注2)}では、「南海」「東南海」「東海」地震が同時発生した場合の死者は32万人超と予測し、そのうち津波による死者は7割に達するとしている。津波の高さが最も高いと想定されるのは高知県であり、次いで静岡県、三重県等となっている（新島を除く）。中でも高知県は最大で34.4mと想定され、他地域と比しても10m近く高い^{注3)}（図1）。東日本大震災では、映像を通して津波の様子がリアルタイムで伝えられ、その

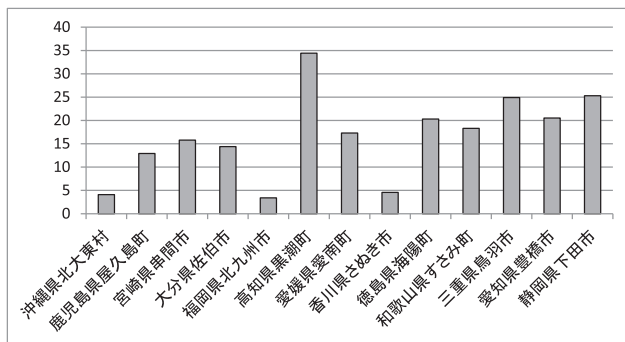


図1 南海トラフ巨大地震の津波の高さ（内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」記者発表資料より抜粋）

恐怖と破壊力を再認識させられたが、3年が経過した現在、その記憶は早くも薄れ掛けてきているようにも感じられる。このことは、かつて阪神大震災後に経験した個々の防災対策と同様で、防災意識をいかに高揚・持続させることができるかが、不測の事態に対応するためには特に重要となる。

南海・東南海地震に対する研究は多数あるが、主として、1944年~1946年時の地震に関する研究と、それを教訓とした対策や被害想定などに大別される。東日本大震災以降に公表されたものとしては、長周期地震動^{1), 2), 3)}や断層モデル⁴⁾、被害想定シミュレーション⁵⁾などがあるが、住民意識を扱った研究事例⁶⁾は近年ない。

こうした状況を背景に、本研究では、南海・東南海地震による大きな被害が想定される地域周辺を対象として、東日本大震災および東南海地震に対する関心度を明らかにするとともに、地震に対する危機感や防災意識に関して、性別、年代、地域毎に比較することにより、地域特性の現状と、それに応じた防災対策の今後の方向性について整理、提案することを目的とする。

2. 調査・分析の方法

南海・東南海地震において、津波による被害が最も大きいと想定されている高知県を中心に、同じ四国であり瀬戸内海側である愛媛県、及び九州で最も被害がでると想定される宮崎県の3県を対象として、南海・東南海地震および東日本大震災に対する関心度や防災意識について、質問用紙によるアンケート調査を実施した^{注4)}。

1) 調査日時：平成25年9月1日~9月30日

2) 調査地点：主要駅の待合室や周辺、ショッピングモール^{注5)}

平成26年11月10日受理

* 日本文理大学工学部建築学科

** 日本大学工学部建築学科

3) 調査対象：愛媛県、高知県、宮崎県に在住する20歳以上の男女（各県200人、合計600人^{注6)}）

3. 東日本大震災について

3.1 東日本大震災の関心度について

「非常に関心がある」と答えた人は高知県が最も多く、「多少関心がある」と併せて、約7割の人が関心を示している。一方、愛媛県（50%）、宮崎県（51%）の関心度は約5割に留まっており、高知県（69%）との差が顕著に表れている。また、「以前は関心があったが今はない」人も各県2割前後おり、時間の経過とともに関心度が低下しつつあることも示唆されている（図2）。

男女別では、3県とも男性より女性の方がやや高い傾向にあり（表1）、年代別では30代、40代の関心度が特に高い（表2）。また、四国では、沿岸部と内陸部^{注7)}とで、「津波の被害に驚いた」人の割合が大きく異なるなど（図3）、いずれの県においても内陸部より沿岸部の方が関心度も高くなっており、居住地の立地条件によって、地震に対する意識が異なることが窺える（図4）。

3.2 震災後の意識の変化について

高知県では、「自分の地域でも地震が起きるのではないか」と思った人が7割を超えており、「自分の身に起きた時に何をすべきか」と考えた人が多いことが分かる（図5）。しかしながら、震災後に、「家族と話し合った」「避難場所の確認」をした人は多いものの、「地震に関する学習」や「地震に対する備えの強化」まで実践した人はさほど多くはない（図6）。

4. 南海・東南海地震について

4.1 南海・東南海地震への関心度について

「関心がある」と答えた人は高知県で最も多く（71%）、次いで、宮崎県（63%）、愛媛県（49%）の順となっており、外海に面している地域の方が関心度の高いことが窺える（図7）。男女別の比較では、愛媛県で女性より男性の方がやや高い傾向にあるものの、「全く関心がない」（無関心層）はむしろ男性に多い（表3）。また、年代別では30代、40

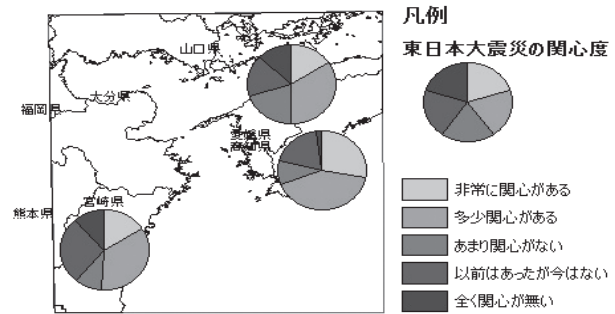


図2 東日本大震災への関心度

表1 男女別の関心度

		非常に関心がある	多少関心がある	あまり関心がない	以前は関心があったが今はない	全く関心がない
愛媛県	男性	15%	30%	28%	11%	16%
	女性	17%	38%	13%	22%	10%
高知県	男性	28%	39%	9%	22%	2%
	女性	29%	43%	10%	16%	2%
宮崎県	男性	16%	33%	7%	29%	15%
	女性	17%	38%	12%	25%	8%

表2 年代別の関心度

		非常に 関心がある	多少 関心がある	あまり 関心がない	以前は関心 があったが 今はない	全く 関心がない
愛媛県	20代	14%	26%	26%	22%	12%
	30代	12%	40%	22%	12%	14%
	40代	22%	44%	12%	16%	6%
	50代	16%	26%	22%	16%	20%
高知県	20代	26%	34%	16%	22%	2%
	30代	30%	40%	6%	24%	0%
	40代	40%	42%	2%	16%	0%
	50代	18%	48%	14%	14%	6%
宮崎県	20代	18%	30%	8%	32%	12%
	30代	16%	36%	12%	28%	8%
	40代	22%	48%	4%	22%	4%
	50代	10%	28%	14%	26%	22%

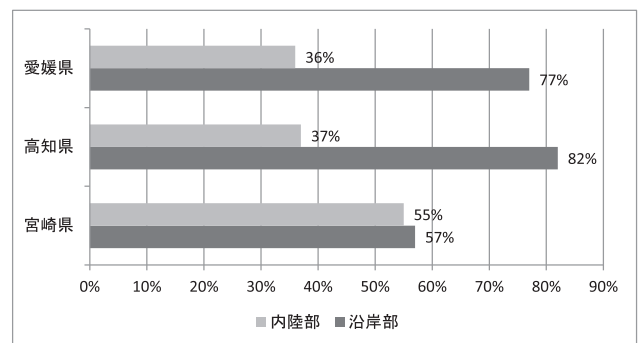


図3 津波の被害に「非常に驚いた」人の割合

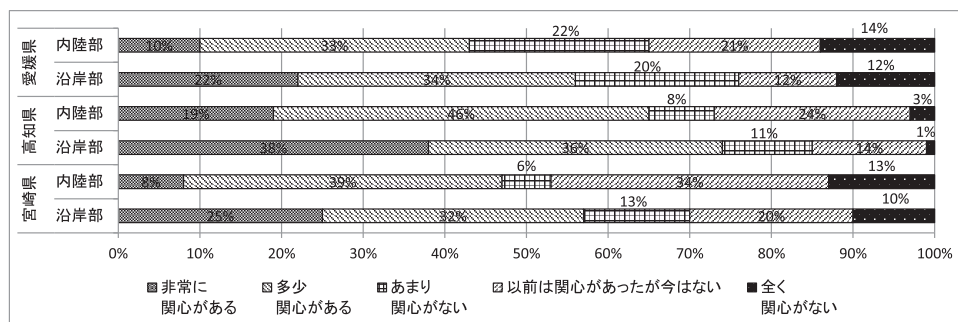


図4 居住地別の関心度の比較

代が特に高く（図8）、居住地別では、内陸部より沿岸部居住者の方が関心度の高いことが確認できる（図9）。

東日本大震災級の大きな地震が起きる可能性について、「3年以内」と考える人が高知県や宮崎県では約50%おり、特に高知県では、「1年以内」を覚悟している人が4割を超えている（図10）。また、南海・東南海地震に対する関

心度は、東日本大震災への関心度とある程度の相関関係が見られることから、東日本大震災を契機として、震災への関心がさらに高まったことが推測される。

高知県の関心度は他の地域に比べていずれも突出しているが、一方で、東日本大震災を超える津波の高さが予想されているという現実を考えれば、むしろ、関心の低い層が3割もいるということはおおいに憂慮すべきであろう。

4.2 地震発生に伴う不安要素

東日本大震災級の大きな地震が起こった場合の不安要素として、「津波」「建物の倒壊」「通信障害」「家族と離れ離れになる」の4項目が、3県共に5割を超えた。高知県は、全選択肢の平均値が、愛媛県（40.9%）、宮崎県（41.3%）に比べてやや高く（47.3%）、特に「津波」の選択比率は他県に比べ突出している（78%）。また、「原発」は、伊方

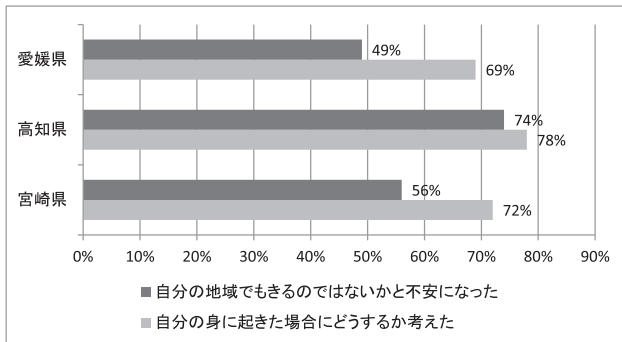


図5 震災時に感じたこと

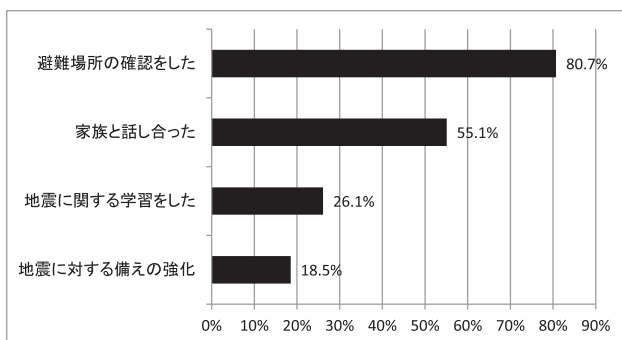


図6 震災後の意識の変化

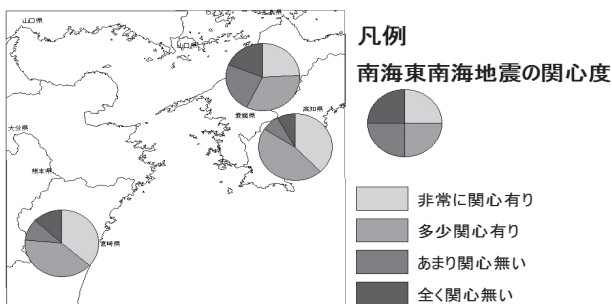


図7 南海・東南海地震への関心度

表3 南海・東南海地震に対する関心度（男女別）

		非常に 関心がある	多少 関心がある	あまり 関心がない	全く 関心がない
愛媛県	男性	23%	31%	24%	22%
	女性	27%	34%	24%	15%
高知県	男性	37%	47%	5%	11%
	女性	38%	45%	12%	5%
宮崎県	男性	34%	37%	10%	19%
	女性	33%	38%	19%	10%

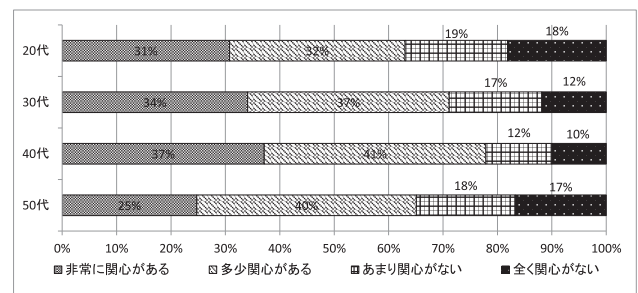


図8 南海・東南海地震に対する関心度（年代別）

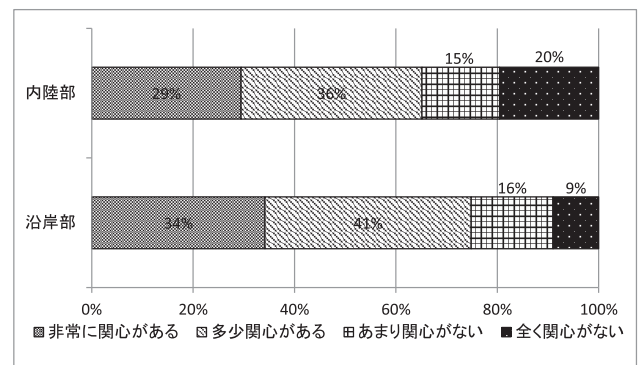


図9 南海・東南海地震に対する関心度（居住地別）

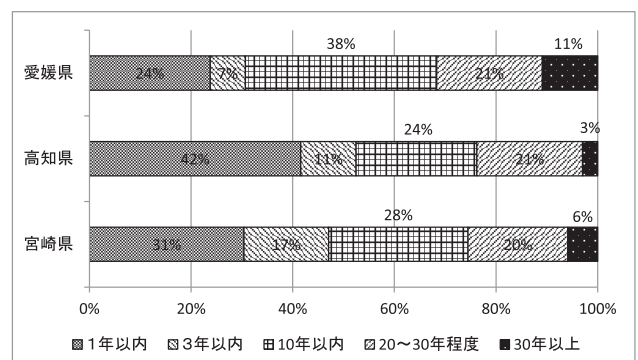


図10 地震が起きる時期について

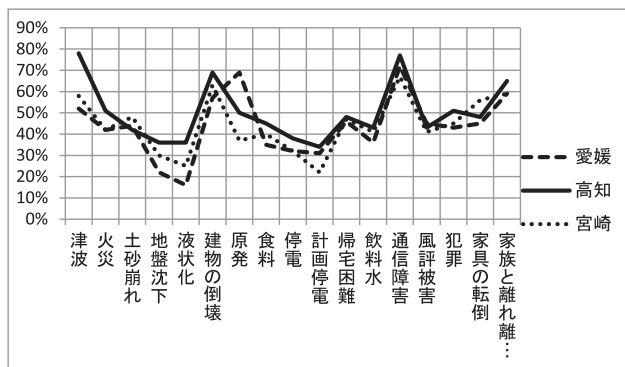


図11 地震発生に伴う不安要素（県別）

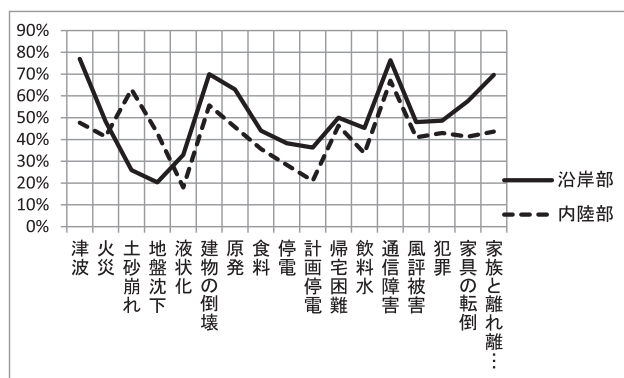


図12 地震発生に伴う不安要素（居住地別）

発電所を有する愛媛県の特徴的因子（69%）として挙げられるとともに（図11）、「土砂崩れ」「地盤沈下」は内陸部特有の不安因子として位置付けられていることが分かる（図12）。

4.3 地震に対する備え

被害想定が更新されて以降、新たに行った地震に対する備えとして、懐中電灯（69%）と非常用電池（58%）の整備は多くの家で実行されている。また、家具の固定（40%）や、火気周りの整理（38%）などに比べ、飲料水（27%）や食料（32%）の備蓄を行っている人はさほど多くはなかった。一方、住居に関しては、「家の耐震補強した」（8%）人は少ないものの、「家の耐震診断を受けた」人は2割ほどおり、建物倒壊に対する不安の裏付けともなっている（図13）。

南海・東南海地震に対する関心度とのクロス集計によると、関心度の高い人ほど備蓄や防止策を実行している人の

割合が高く、また、「備え」の実行数と関心度の間に相関が見られることから（相関係数0.56）、関心度の高い人ほど、多くの防災対策を施している様子が見て取れる（表4）。

地震に対する備えは、不安要素と連動している可能性が高いと推測されるが、「飲食の備蓄」より「家具の転倒」や「火器周りの整備」が多いなど、建物の倒壊や火災を意識した『自発的防災・減災対策』への重みづけが比較的高いように見え受けられる。しかしながら、個人レベルでできる津波対策には限界があり、早期に避難できる体制づくりや準備が急務となろう。

4.4 防災・復興に関する行政への要望

「地震や津波に対応し得る避難施設の建設」や「ライフラインの耐震化」「情報伝達の強化」等の要望が特に多くなっている。津波への対応では、「防波堤の整備」より「津波から避難する高台」への要望が多く、防災より避難を重

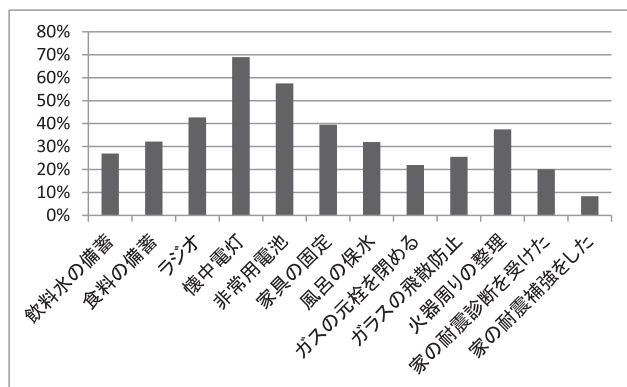


図13 地震に対する備え

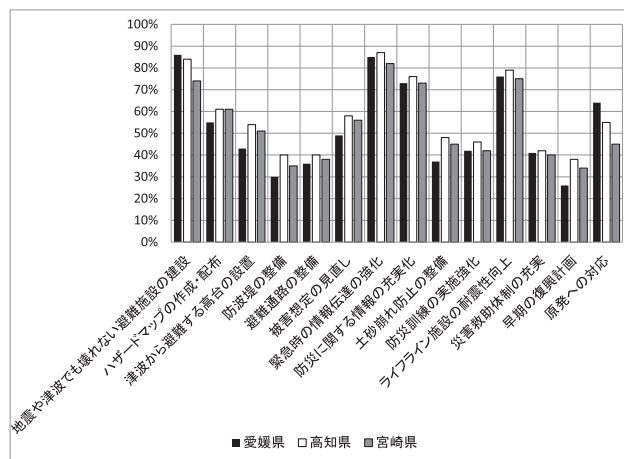


図14 防災・復興に関する行政への要望

表4 南海・東南海地震への関心度と「地震への備え」との関係

地震への関心度	飲料水の備蓄	食料の備蓄	ラジオ	懐中電灯	非常用電池	家具の固定	風呂の保水	ガスの元栓を閉める	ガラスの飛散防止	火器周りの整理	家の耐震診断を受けた	家の耐震補強をした
非常に関心がある	55%	58%	73%	96%	91%	74%	64%	48%	42%	72%	43%	21%
多少関心がある	27%	40%	52%	76%	73%	42%	35%	24%	34%	35%	23%	8%
あまり関心がない	9%	10%	21%	56%	34%	18%	9%	0%	9%	25%	4%	0%
全く関心がない	4%	1%	6%	33%	11%	6%	3%	1%	3%	3%	1%	0%

視する傾向が窺える。また、愛媛県と高知県では原発への関心も高くなっている（図14）。これらは、東日本大震災の教訓からくるものと推測されるが、「防災訓練の実施」をあまり重視していないことや、「高台への移転」より「避難施設の建設（避難ビル）」が支持されるなど、特に津波に対して現実的な施策が望まれていることが窺える。

5. ま と め

東日本大震災への関心度は、3県とも概ね高い値を示したが、一方では、時間の経過とともに、既に関心度が低下しつつあることも窺える。調査対象地区のうち、最も関心度が高かったのは高知県であり、南海・東南海地震の津波被害想定とも合致している。また、いずれの県でも、内陸部より沿岸部の居住者の方が関心度は高く、居住地の立地条件によって、地震に対する意識が異なることが確認できる。しかしながら、震災後に、「家族と話し合った」「避難場所の確認」をした人は多いものの、「地震に関する学習」や「地震に対する備えの強化」まで実践した人はさほど多くはない。

南海・東南海地震について、「関心がある」と答えた人は高知県で最も多く（71%）、次いで、宮崎県（63%）、愛媛県（49%）の順となっており、外海に面している地域の方が関心度の高いことが窺える。また、南海・東南海地震に対する関心度と、東日本大震災への関心度との間に相関関係が見られることから、東日本大震災を契機として、震災への関心がさらに高まったことが推測される。

東日本大震災級の大きな地震が起こった場合の不安要素として、「津波」「建物の倒壊」「通信障害」「家族と離れ離れになる」の4項目が、3県共に5割を超えた。特に「津波」の選択比率は高知県で突出している（78%）。また、「原発」は、伊方発電所を有する愛媛県の特徴的因子（69%）として挙げられるとともに、「土砂崩れ」「地盤沈下」は内陸部特有の不安因子として位置付けられていることが明らかになった。

被害想定が更新されて以降、新たに行った地震に対する備えとして、懐中電灯（69%）と非常用電池（58%）の整備は多くの家で実行されている。また、南海・東南海地震に対する関心度とのクロス集計によると、関心度の高い人ほど備蓄や防止策を実行している人の割合が高く、また、「備え」の実行数と関心度の間に相関が見られることから、関心度の高い人ほど、多くの防災対策を施している様子が見て取れる。

防災意識を高めるためには、まず地震に対する関心を高める活動が必要であると考えられるが、東日本大震災からわずか2年余りで（調査時）、既に関心度が薄れつつある現状を鑑みると、いかに関心を持続させることができるかという工夫も必要と思われる。

「個々の防災意識を高めていくためには」の問に対し、「自分の住む町の災害シミュレーション映像」（85%）や、「ハザードマップの配布」（81%）が肝要としていることから、

よりリアルな情報発信が求められている。例えば、内陸部と沿岸部での防災意識の差や、不安因子が異なることから、地域特性に合わせた防災訓練の実施、防災マニュアルの作成・配布等が必要である。また、防災意識が特に高い30代、40代は子育て世代でもあり、親子で学ぶ機会を提供することによる、行政主権の積極的な防災教育システムの構築が望まれる。

30代から50代の多くは、60歳以上の高齢者を親として持つ世代でもあり、体力的な見地からみても、災害弱者である高齢世代を救助する側の年齢層として位置付けることが、防災・減災計画上、より効果的な施策と思われる。安全かつ迅速な避難を実現するためには、避難訓練のほかに、住民相互のコミュニティ意識の高さと、災害に対応した組織づくりが有用と考えられるが、一方では、特に津波災害においては、自宅や職場など、日常的に利用している場所に対する地理的条件と危険度との関わりを日頃から意識していることが肝要であり、海拔表示や危険度の周知を徹底することで防災意識の高揚を図るなど、日常生活において防災意識を継続的に高めるための方法と併せ、今後検討していくべき課題であるといえよう。

注

注1）地震調査推進本部：「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」2013. 5. 24

注2）中央防災会議：「南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）」2012. 8. 29

注3）内閣府：「南海トラフの巨大地震モデル検討会」記者発表資料」2012. 3. 31

注4）主な質問事項は次の通り。①東日本大震災への関心度、②震災に関する感想、③震災後の意識の変化、④今後大地震が起きる可能性について、⑤南海・東南海地震への関心度、⑥地震発生に伴う不安要素、⑦地震への備え、⑧防災意識を高めるためには、⑨行政への要望、⑩回答者の属性

注5）今回の調査では、年齢区分を4区分に分類し、1区分あたり、各県50人ずつ採取している。駅やショッピングモールなど、一般に、年齢に拘わらず不特定多数の人が集散する場での調査は、サンプリング場所としては適切であり、かつ、多区分に渡る抽出が比較的容易である。

注6）各県男女100人ずつで計600人。年齢は20代～50代以上の4分類とし、それぞれ150人ずつ。回答時に、予め年齢を確認した上で回答を依頼した。人口分布に即したサンプル数を得ることに時間を要すること、加えて、高齢者を救助する側と成り得る年代層（主に中年層）の回答を重視するという観点から、年齢区分の整理と、一律の性別・年齢構成比によるサンプリングを採用した。

注7）東日本大震災の被害区域を参考に、ここでは、平野部における、海岸線から概ね5kmを属性の境界とした。海拔等、居住地に関する細かな立地特性に関しては回答者の主観に依存するため、現地訪問調査のような即地的データに基づくサンプリングができないことから、今回の調査では考慮しないこととした。

参 考 文 献

- 1) 山本優, 吉村智昭:「3 次元大規模 FEM による東海・東南海・南海連動地震の長周期地震動シミュレーション」, 日本建築学会構造系論文集 第677号, pp. 1055-1064, 2012. 7
- 2) 佐藤智美, 大川出, 佐藤俊明, 藤堂正喜, 西川孝夫:「サイト固有の特性を反映した経験式に基づく南海トラフ沿いの巨大地震に対する長周期地震動予測」, 日本建築学会構造系論文集 第695号, pp. 37-46, 2014. 1
- 3) 渡辺哲史, 永野正行, 加藤研一:「南海トラフ沿いの付加体および震源位置が東京の長周期地震動に及ぼす影響」, 日本建築学会構造系論文集 第700号, pp. 701-710, 2014. 6
- 4) 壇一男, 石井やよい, 宮腰淳一, 高橋広人, 護雅史, 福和伸夫:「マグニチュード9クラスのプレート境界地震による強震動予測のための断層モデルの設定方法ー南海トラフ巨大地震への適用と東海地方における強震動の計算例」, 日本建築学会構造系論文集 第692号, pp. 1685-1694, 2013. 10
- 5) 永野康行, 沼田龍介, 大野暢亮, 佐藤哲也:「東海・東南海・南海地震による地震動と津波に対する建物被害想定シミュレーション」, 日本建築学会近畿支部研究報告集 構造系 第52号, pp. 9-12, 2012. 5
- 6) 大木 麻美, 田中直人:「地域防災計画及び防災教育の実施状況と住民意識:南海地震による津波被災予想地域での調査研究」, 日本建築学会近畿支部研究報告集 計画系 第47号, pp. 541-544, 2007. 5

ID連携を用いたプロバイダ間協力による情報推薦

西園 敏弘*・嵐田 真司**・大山 勝徳*

Provider Coordinating Information Recommendation Using ID Federation

Toshihiro NISHIZONO*, Masashi ARASHIDA** and Katsunori OYAMA*

Abstract

This paper proposes a privacy preserving information recommendation method based on ID federation among providers for circulating users' acquisition records stored in each provider. Each record is divided into a user id and item property, and stored in an ID provider and service provider. Item similarity defined as intersection of the sets of purchasers is employed for calculating rating prediction by collaborative filtering to reduce calculation cost of cipher processing. Effectiveness of the proposed method is verified on recommendation accuracy and calculation cost through a movie rating data set.

Key words: Recommendation Services, Collaborative Filtering, Privacy Preservation, ID Federation

1. ま え が き

ネットショッピングやEコマースなどでは、様々な情報推薦が行われている。情報推薦とは商品（アイテム）の購入や評価などの履歴情報から、ユーザの特性を識別し、それに応じた情報を提示するものである。例えば、Amazonでは過去の購入情報や、閲覧履歴などからユーザの嗜好を識別し、その嗜好にあった商品を推薦している。

情報推薦の手法は、協調フィルタリングと内容ベースフィルタリングの二種類に大別される。協調フィルタリングでは、まず、ユーザ（ n 人）がアイテム（ m 種）の内、購入したものに付与した評価値からなる n 行 m 列のユーザ・アイテム行列を用いて、ユーザ間あるいはアイテム間の相関度を求める。あるユーザが未購入のアイテムに付与する予測評価値は、購入済みユーザの評価値を相関度について加重平均することで計算される。協調フィルタリングは推薦に要する処理は多いが、大量の履歴情報を用いれば、アイテムの内容に関する特性を指定する作業を行うことなく、高い精度が得られるため、広く用いられている¹⁾。特に、大量の履歴情報を有する大規模なサービスプロバイダ（SP）は、協調フィルタリングを用いることで、高品質な推薦が可能である。

一方、小規模なSPでは、単独で保有する履歴情報が少ないため、良い推薦は難しい。他のSPと協力して、履歴情報を流通することができれば、大規模なSPに匹敵する情報推薦が可能である。その場合、SP間の情報流通において、

履歴情報に関するユーザのプライバシーを保護して相関度や予測評価値を計算する必要がある。履歴情報をプライバシー保護して流通させた情報推薦では、SP間で情報流通して内容ベースフィルタリングや協調フィルタリングを行う方法^{1~6)}、ユーザ間で情報流通して協調フィルタリングを行う手法^{7,8)}などが提案されている。しかし、何れも推薦精度、ユーザのidや属性の同期⁹⁾、処理時間などの点で問題がある。

本稿では、SP間の情報流通を可能とし、プライバシーを保護して協調フィルタリングを行う方法を提案する。まず既存研究とその問題点を示す。次に、ID連携におけるシングルサインオンの仕組みを用いてアイテム情報とユーザ情報を分離して管理し、SP間でアイテム間類似度を用いた協調フィルタリングを行うことで、問題点を解決する手法を提案する。また、映画評価のデータセットを用いた実験により、処理時間を求め、提案手法の有効性を示す。

2. プライバシー保護推薦の既存研究

プライバシーを保護して情報推薦を行う問題は、SP間に分割されたユーザ・アイテム行列の値を秘匿して、ベクトル間の内積や要素の合計値を計算する問題に帰着される。その際、式(1)に示すPaillier暗号¹⁰⁾が広く用いられている。

$$Enc(m) = g^m r^n \pmod{n^2} \quad (1)$$

ここで、 n を法とする剰余類から0を除いた集合を Z_n^* とすると、 $m \in Z_n^*$ は明文、 $r \in Z_n^*$ は乱数、 g, n は公開鍵である。尚、以下の暗号計算は、すべて n^2 の法の下に行うが、煩雑さを避けるために、 $(\text{mod } n^2)$ の記述を省略する。式(1)は明文 $m_1, m_2 \in Z_n^*$ に対して以下の準同型性を満たす。

平成26年11月17日受理

* 日本大学工学部情報工学科

** 日本大学工学部大学院工学学科情報工学専攻

$$Enc(m_1)Enc(m_2) = Enc(m_1 + m_2) \quad (2)$$

$$Enc(m_1)^{m_2} = Enc(m_1 m_2) \quad (3)$$

なお、平文に 0 や負数が含まれる場合は、その下限値を見積もり、十分大きな値を平文に加えて暗号計算を行い、最後にその分を減じる補正をする。

複数の SP 間でプライバシー保護して内容ベースフィルタリングを行う方法として、ユーザ・アイテム行列が行方向に水平分割された場合²⁾や列方向に垂直分割されている場合³⁾の計算方法が提案されている。例えば文献³⁾では、アイテムが属するクラス毎の大局的な条件付確率をプライベートに計算し、Naïve Bayes モデルを作成する。その結果、アイテムの属性をエビデンスとした時の予測評価値の確率が少ない計算量で求まる。しかし、ユーザの履歴情報を用いないため推薦精度が悪い¹⁾。

ユーザ・アイテム行列が SP 間で垂直分割されている場合のプライバシーを保護した協調フィルタリングとしては、保持する行列の分割と順序入れ替えを行って行列の要素を交換し、暗号計算によってユーザ間類似度を求める方法⁴⁾(以後ユーザベース方式と呼ぶ)や、行列の要素を暗号化して交換し、アイテム間類似度を求める方法⁵⁾(以後アイテムベース方式と呼ぶ)などが提案されている。何れも予測評価値の計算は可能である。しかし、あるユーザ u について、SP i 上でのユーザ id を v_i とし、SP j 上では v_j としたとき、 v_i と v_j が同じユーザ u であることを識別する仕組みが示されていない。また、SP i と SP j が個人情報共有し、ユーザ id を u に統一すると情報漏洩時の危険性が増大する。従って、このままでは、実際のサービスには適用できない。

ユーザが履歴情報を保持し、P2P 通信によって流通して評価値を予測する方式が種々提案されている^{6~8)}。履歴情報はユーザ単位にまとまっており、上記の id 識別の問題はない。さらに、第 3 者には履歴情報が蓄積されておらず、極めて安全である。ユーザベース方式については、Oblivious Transfer を用いて pearson 相関による類似度を求め、プライバシーを保護した協調フィルタリングが可能であることが示されている⁶⁾。また、秘匿積集合プロトコルによりユーザが共通して評価したアイテム数を求め、これを類似度とすることにより、処理の効率化を図る方法が提案され、推薦精度は、ピアソン相関よりやや向上することが報告されている⁷⁾。しかし、ユーザベース方式では、推薦時間が極めて長いことに加え、処理効率が著しく低下することを防ぐために、プライバシー情報である平文のユーザ間類似度を全ユーザに公開しているという問題がある。

アイテムベース方式については、類似度の尺度として cosine 尺度を用いる方式が提案されている⁸⁾。この方式では全ユーザに公開するのはアイテム間類似度であるため、前述の問題は解消されている。即ち、id 認識の問題を解決しつつ、プライバシー保護した協調フィルタリングを可能とする唯一の方法である。しかし、推薦値の計算において、全ユーザが保持する評価値とアイテム間類似度の積を暗号計算で求める必要がある。そのため、ユーザベース方式と

同様に、推薦時間が極めて長いという問題がある。

3. 提案手法

本稿では、前節で述べた協調フィルタリングの問題の解決案として 3 つの提案をする。

アイテムベース方式を採用し、その類似度に積集合要素数を用いることで、Paillier 暗号を用いた計算量の削減を可能とする(提案 I)。

シングルサインオンの仕組みを用いてユーザ情報と ID を管理する ID プロバイダ (IdP) を導入する。SP はログインの際に IdP から渡される仮 ID 毎にアイテムを管理する。この結果、SP 間の ID 同期が可能であるとともに、履歴情報の構成要素であるユーザ情報とアイテム情報が IdP と SP に分割され、完全な履歴情報をもつプロバイダは存在しない(提案 II-1)。

上記に加えるオプションとして、仮 ID の値を毎回異なるテンポラリな ID とすることでプライバシー情報の保護性を向上させる(提案 II-2)。

3.1 提案 I

一般に、アイテムベース方式の協調フィルタリングにおける予測評価値 $\hat{r}_{ju}$ は次式で表される。

$$\hat{r}_{ju} = \bar{r}_j + \frac{\sum_{i \in I_u} W_{ij} (r_{iu} - \bar{r}_i)}{\sum_{i \in I_u} |W_{ij}|} \quad (4)$$

ここで、 u はユーザ id (以下 Uid と呼ぶ)、 i と j はアイテム id (以下 Iid と呼ぶ) であり、 I_u はユーザ u が評価(購入)したアイテム集合、 r_{ju} は u がアイテム j に対してつけた評価値、 W_{ij} はアイテム i と j の類似度、 $\bar{r}_i$ 、 $\bar{r}_j$ は i あるいは j の平均評価値である。

提案手法では式(4)における W_{ij} として、 i と j に関する購入ユーザの積集合の要素数、つまり i と j を両方とも購入したユーザ数を用いる。 $W_{ij} \geq 0$ なので、式(4)は以下のように変形できる。

$$\hat{r}_{ju} = \bar{r}_j + \frac{\sum_{i \in I_u} W_{ij} r_{iu}}{\sum_{i \in I_u} W_{ij}} - \frac{\sum_{i \in I_u} W_{ij} \bar{r}_i}{\sum_{i \in I_u} W_{ij}} \quad (5)$$

図 1 に示すユーザ・アイテム行列の要素を以下の購入情報 d_{ui} とすると

ユーザ・アイテム行列						アイテム間類似度行列					
	α	β	γ	δ	アイテム(i)		α	β	γ	δ	アイテム(j)
A	1	0	0	0	変換 →	α	-	1	2	1	
B	1	1	1	0		β	1	-	1	0	
C	1	0	1	1		γ	2	1	-	1	
D	0	1	0	0		δ	1	0	1	-	
ユーザ(u)						アイテム(i)					

図 1 アイテム間類似度行列 (W_{ij})

$$d_{ui} = \begin{cases} 1 & \text{ユーザー } u \text{ がアイテム } i \text{ を購入} \\ 0 & \text{ユーザー } u \text{ がアイテム } i \text{ を未購入} \end{cases} \quad (6)$$

アイテム間類似度行列の要素 W_{ij} は式(7)で求められる。

$$\begin{aligned} W_{ij} &= \sum_u d_{ui} d_{uj} \\ &= \sum_{u \in U_i} d_{uj} \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、 U_i は、 $d_{ui} = 1$ であるユーザ集合である。

尚、 $d_{ui} = 0$ は、次節の提案 II-1 において、履歴情報を保有する SP が IdP や他の SP に対し、ユーザのアイテム購入数を秘匿するためのダミーデータとして用いる。

SP と IdP の間でやりとりする履歴情報を式(1)で暗号化し、式(2)、(3)の性質を利用することで、式(5)、(7)における要素間の和や積を暗号文上でプライベートに計算する。具体的な計算プロトコルは節 3.4、3.5 に示す。

3.2 提案 II-1

SP と IdP の連携により、シングルサインオンの機能を規定した OpenID の仕様¹¹⁾ では、IdP が認証したユーザの Id として、Uid の代わりに、仮 ID (以下 Vid と呼ぶ) を SP に渡す機能が規定されている。IdP で Uid と Vid の照合を行うことで、複数の SP で横断的にユーザの同一性が保証できる。IdP はユーザ u に対し、SP 毎に異なる $\text{Vid} = v$ を発行し、 u と v の対応関係を記録する。SP は、アイテム情報を Vid 毎に管理するが、 v と実ユーザ u の対応関係を知らない。IdP は、 v と u の対応関係を管理するが、ユーザ u のアイテム情報を知らない。すなわち、プロバイダ単独では履歴情報を所持しない。この結果、P2P 方式と同様にユーザ以外は履歴情報を持たない状態を作ることができる。尚、ユーザは、 v をキーとして、購入後にそのアイテムの評価値 r_{iv} を SP に登録する。

概要を図 2 に示す。ユーザ u は、IdP に登録して $\text{Uid} = u$ を得ている。ユーザ u の認証要求から認証証明書が SP1 に渡るまでが OpenID の仕様に基づくシングルサインオンの手順であり、ユーザ u は、IdP で認証を受けることで、SP1 にログインできる。SP1 における仮 ID ($\text{Vid} = v_1$) は、

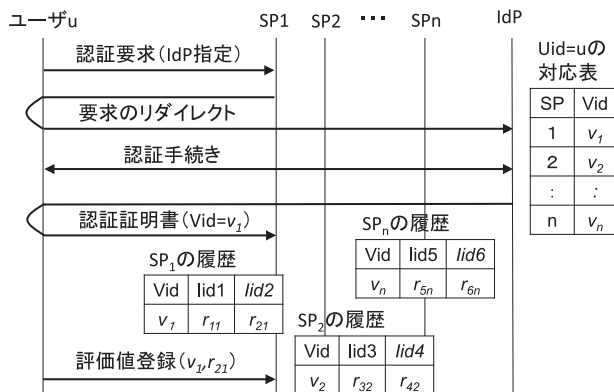


図2 Vidを用いた認証連携

ユーザ u が SP1 に最初にログインした時に IdP から割り当てられる。

3.3 提案 II-2 (オプション)

OpenID をサポートするコンテンツ管理システムである Drupal¹²⁾ の実装を例とすると、一度決めた Vid はパーマネントな値とするのが一般的だが、Vid の実現方法は特に定められていない。匿名のユーザに対し、アイテム情報がまわって蓄積されると、何らかの外部情報をきっかけにユーザが特定される危険性が指摘されている。そこで、Vid を毎回変更するというオプションを追加する。そのテンポラリな id を以下では Tid と呼ぶ。IdP は、ユーザ u の認証をする度に、 $\text{Tid} = t$ を作成し、SP に渡すとともに、 u と t の対応関係を記録する。SP は、 $\text{lid} = i$ のアイテムを販売すると t と i の対応関係を記録する。ユーザは、 t をキーとして、そのアイテムの評価値 r_{it} を SP に登録する。

3.4 提案 I と提案 II-1 による計算プロトコル

各 SP には、 v をインデックスとし、ユーザ u に対して、自らが販売するアイテム i のみに関する局所的な購入情報 d_{vi} (ユーザ・アイテム行列のサブセット) が蓄積されている。また、ユーザが登録した (購入した) アイテムに関する評価値 r_{iv} も蓄積されている。このデータを用いて、式(5)を暗号計算するプロトコルを説明する。ユーザの要求の度にオンライン処理で全体を計算するとレスポンス時間が極めて長い。比較的経時変動が少ないアイテム間類似度行列や評価値の平均値に関する計算 (式(5)第2項分子以外) は、オフライン処理にて計算し、定期的に更新する。

(1) オフライン処理

各 SP は、鍵を生成し、保有する全ての購入情報 d_{vi} を暗号化する。また、ユーザの購入アイテム数を秘匿するために、購入していないアイテム ($d_{vi} = 0$) についてもダミーデータとして暗号化し、これらの $\text{Enc}(d_{vi})$ を IdP に送る。IdP は、 v に対応する u を求めて結合し、大局的な暗号化ユーザ・アイテム行列を作成する。その要素を c_{uj} とすると、 c_{ui} が空なら $c_{ui} = \text{Enc}(d_{vi})$ とし、空でないなら c_{ui} を $c_{ui} \text{Enc}(d_{vi})$ に更新する。次に IdP は、各 SP に対して u を v に変換して行の入れ替えを行い、 c_{uj} を要素とする大局的なユーザ・アイテム行列を送る。各 SP は式(2)、(7)に基づき、以下の局所的な $\text{Enc}(W_{ij})$ を計算し、IdP に返送する。

$$\begin{aligned} \prod_{v \in V_i} c_{vi} &= \text{Enc}\left(\sum_{v \in V_i} d_{vj}\right) \\ &= \text{Enc}(W_{ij}) \end{aligned} \quad (8)$$

ただし、 v_i は $d_{vi} = 1$ であるユーザ集合である。

IdP は、これを c_{ui} と同様な方法で行方向に結合して、暗号化された大局的なアイテム間類似度行列を作成する。さらに、対応する SP 毎に列方向に垂直分割し、各 SP に送って復号させ、その計算結果を結合することで、平文のアイテム間類似度行列を得る。これを全 SP に配布する。

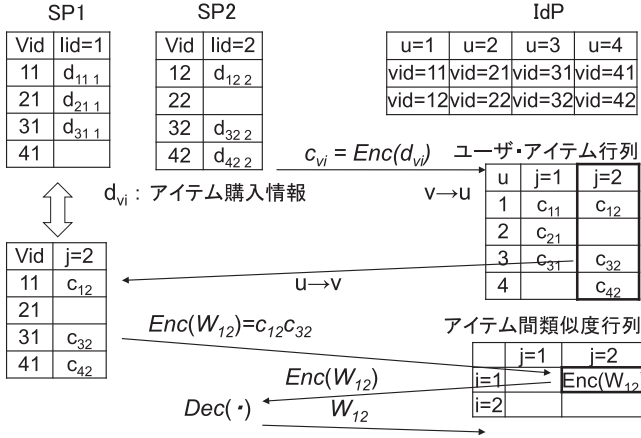


図3 アイテム間類似度行列の計算手順

以上の計算手順の概要を図3に示す。各SPはそれぞれが販売する $\text{Iid} = 1$, $\text{Iid} = 2$ に対するアイテム購入情報を保持している（空欄は未購入であることを示す）。IdP上に作成されたユーザ・アイテム行列は、暗号化されたものである。空欄には、ダミーデータの暗号文が格納されるが、計算結果とは無関係なので省略している。 $\text{Iid} = 2$ に関する暗号化した購入情報をSP1に送ると、 $\text{Iid} = 1$ を購入したユーザについての c_{12} と c_{32} の積が返送される。これを復号することで平文の W_{12} を得る。

上記の計算において、 d_{ui} の下限値は0であるので、 $m \in \mathbf{Z}_n^*$ の条件に合わせるためには、 d_{ui} に1を加えた値を暗号化する。式(8)は d_{ui} の個数を数える操作なので、復号化した値を $1/2$ とすることで実際の W_{ij} が求まる。同様に簡単な方法で可能であるので、以降の補正の説明を省略する。

W_{ij} の計算によって、IdPには $\text{Enc}(d_{ui})$ を要素とするユーザ・アイテム行列ができています。式(5)第2項と第3項の分母は、

$$\begin{aligned} \text{Enc}\left(\sum_{i \in I_u} W_{ij}\right) &= \prod_{i \in I_u} \text{Enc}(d_{ui} W_{ij}) \\ &= \prod_{i \in I_u} \text{Enc}(d_{ui})^{W_{ij}} \end{aligned}$$

のようにアイテムを保持するSP毎に分割して求め、各SPに送って復号させることで計算できる。

式(5)第1項、第3項分子の $\bar{r}_i$, $\bar{r}_j$ は、各SPにおいて、アイテム毎に評価値の合計と件数を求め、IdPに送って統合することで、平文にて計算できる。これらはプライバシー情報ではないので全SPに公開できる。

(2) オンライン処理

式(5)第2項分子については、以下で計算できる。あるユーザ u がある SP_k にログインしたとする。 SP_k は、鍵を生成し、他のSPに公開鍵を配布する。IdPは u を v に変換し、各SPに送る。SPは、自分がユーザ v に販売したアイテムに関する $W_{ij} r_{iv}$ の合計値を平文にて計算し、それを暗号化した

$$\text{Enc}\left(\sum_{i \in I_v} W_{ij} r_{iv}\right) = \prod_{i \in I_v} \text{Enc}(W_{ij} r_{iv})$$

をIdPに送る。IdPは、送られてきた値の積を計算することで、全アイテムの合計値

$$\prod_{i \in I_u} \text{Enc}(W_{ij} r_{iu}) = \text{Enc}\left(\sum_{i \in I_u} W_{ij} r_{iu}\right)$$

を求め、 SP_k に送って復号させる。

以上により、ユーザ u に対する全てのアイテムの予測評価値が計算できた。 SP_k は、自らが販売するアイテムのみを推薦する場合は、ユーザ u が未購入のアイテムの中から、評価値が上位のものをユーザに提示する。また、他のSPが販売するアイテムを推薦する場合は、評価値が上位のものを渡し、ユーザ側で購入済みアイテムを除外させる。

3.5 提案II-2を追加した場合の計算方法

1つの $\text{Uid} = u$ に対して、複数の $\text{Tid} = t$ が対応する。SP上のアイテム情報は、 u 毎にまとまっておらず、複数の Tid に分割されて蓄積されている。

(1) オフライン処理

まず、式(7)の計算プロトコルを示す。ユーザが購入するのは、1回に1個だけだとすると、SPに蓄積される Tid 数は、販売アイテム数となり、 $d_{ui} = 0$ をすべてダミーデータとするのは現実的ではない。そこで、適当な乱数を用いて、全体で提案II-1と同程度の数のダミーデータを付加する。その数は、 Tid あたりで、

$$\text{ユーザ数} \times \text{販売アイテム種別} / \text{販売アイテム数}$$

となる。SPは全ての購入情報とダミーデータ d_{ui} を暗号化し、 $\text{Enc}(d_{ui})$ をIdPに送る。IdPは t に対応する u について、 c_{ui} が空なら $c_{ui} = \text{Enc}(d_{ui})$ とし、空でないなら c_{ui} を $c_{ui} \text{Enc}(d_{ui})$ に更新することで暗号化したユーザ・アイテム行列を作成する。IdPが u に対応する複数の t について、暗号化ユーザ・アイテム行列の値 c_{uj} をコピーし、さらにアイテム t 毎に生成した乱数 s_t を毎回暗号化した値を乗じて、

$$\begin{aligned} \hat{c}_{tj} &= c_{uj} \text{Enc}(s_t) \\ &= \text{Enc}(d_{uj} + s_t) \end{aligned}$$

をSPに送る。 c_{uj} は暗号値ではあるが値が同一なので、そのまま送ると Tid 間の関係性（同一ユーザの Tid であること）がSPに漏洩する。これを防止するために $\text{Enc}(s_t)$ を付加している。

SPは以下を求めIdPへ返送する。

$$\begin{aligned} \prod_{t \in \bar{T}_i} \hat{c}_{tj} &= \text{Enc}\left(\sum_{t \in \bar{T}_i} (d_{uj} + s_t)\right) = \\ &= \text{Enc}(W_{ij} + a_j s_t) \end{aligned}$$

ただし、 $\bar{T}_i$ は $d_{ui} = 1$ である Tid の集合、 a_j はアイテ

ム j の販売数である。また、 a_j は、プライバシー情報ではないので IdP に公開する。

IdP は、使用した乱数 s_t を用いて

$$\frac{Enc(W_{ij} + a_j s_t)}{Enc(s_t)^{a_j}} = \frac{Enc(W_{ij} + a_j s_t)}{Enc(a_j s_t)} \\ = Enc(W_{ij})$$

を求める。これを各 SP に送って復号させることで、IdP 上にアイテム間類似度行列が作成される。また、式(5)の第1項、第3項および第2項の分母は節3.5と同じ方法で計算できる。

(2) オンライン処理（相当部）

提案Ⅱ-2では、後述するようにプライバシー保護の点からオンライン処理はできない。本節では、提案Ⅱ-1のオンライン処理に相当する部分の計算方法を示す。

式(5)の第2項の分子は以下のようにして計算できる。

各 SP には、 t 毎にユーザ u が、その Tid を用いて購入したアイテム i に対する評価値 $r_{it} = r_{iu}$ が蓄積されている（一度に複数のアイテムを購入する場合もあり得る）。また、その Tid で購入しなかったアイテムについては、 $r_{it} = 0$ （ダミーデータ）とする。SP は、すべての Tid の全アイテムについて、 $Enc(r_{it} W_{ij})$ を IdP に送る。IdP は送られてきた Tid を $Uid = u$ に変換し、ベクトルを3次元配列 R_{uij} の要素に格納する。全てのアイテムに対する上記の操作が終わると、IdP は3次元配列の i 方向の和を以下により計算することで、暗号化された $\sum_{i \in I_u} W_{ij} r_{ju}$ を得る。

$$\prod_i R_{uij} = \prod_i Enc(r_{it} W_{it}) \\ = Enc(\sum_{i \in I_u} W_{ij} r_{ju})$$

暗号化された $\sum_{i \in I_u} W_{ij} r_{ju}$ を SP に送って復号化すれば、予測評価値が計算できる。但し、これらの計算は、ログインしたユーザ u のみについて最新のアイテム情報を用いて計算することはできない。ユーザ u に対応する Tid の情報を SP に伝えて $Enc(d_{ti})$ を収集しようとする、 u と t の対応関係が秘匿できないためである。従って、この計算も全ユーザ分を定期的に行う必要がある。

4. 実験による評価

使用するデータセットは MovieLens¹³⁾ の10万件データセットであり、ユーザ（943人）がアイテム（1682個）を評価したデータ（10万件）と年齢、性別、職業といったデモグラフィック情報が含まれている。映画の評価値は1から5の5段階評価で表され、数字が大きいほうが、高い評価となる。このデータを履歴情報とする。データセットの例を図4に示す。

ユーザID	アイテムID	評価値	年齢	性別	職業
186	302	2	24	M	technician
22	377	5	53	F	engineer
244	51	2	23	M	artist
166	346	1	26	M	other
298	474	4	33	F	writer

図4 評価データの例

4.1 推薦精度

まず、種々のアイテム間類似度行列を用いた場合の推薦精度を比較し、提案Ⅰの有効性を調べる。全評価データ（10万件）からランダムに30%を抜き取りテストデータ（3万件）とする。残り7万件の訓練データを使ってアイテム間類似度行列を作成してテストデータの予測評価値を求め、式(9)の平均絶対誤差（MAE）によって精度を評価する。

$$MAE = \frac{1}{|W|} \sum_{iu \in W} |\tilde{r}_{iu} - r_{iu}| \quad (9)$$

ここで、 W はテストデータの集合（ $|W| = 30000$ ）、 $\tilde{r}_{iu}$ は予測評価値、 r_{iu} はテストデータの真の評価値である。

アイテム間類似度行列およびユーザ間類似度行列の計算に使用する類似度（使用類似度）に関する推薦精度を比較する。具体的には、アイテムベース方式の使用類似度に cosine 尺度（既存方式⁸⁾）、pearson 相関、積集合要素数（提案Ⅰ）を用いた場合、および参考として、ユーザベース方式において、積集合要素数を用いた場合⁷⁾ の MAE を比較する。結果を表1に示す。表1の値はテストデータを変えた実験を複数回行った平均値である。尚、表1の処理時間は、節4.2で述べる計算時間が、暗号化によってどの程度長くなっているかを示す参考値として、節3.5のオフライン処理に相当する部分を平文で計算した場合のものである。実験環境を表2に示す。

表1から、僅かではあるが提案Ⅰの方式の精度が最も良いことが分かる。即ち、アイテムベース方式の使用類似度としては、提案Ⅰのように、積集合要素数を用いた方が有

表1 推薦精度

方式	使用類似度	MAE	参考: 処理時間[s]
アイテムベース方式	cosine 尺度	0.752	15.1
	pearson 相関	0.752	15.4
	積集合要素数 (提案Ⅰ)	0.747	13.4
ユーザベース方式	積集合要素数	0.748	10.7

表2 実験環境

OS	OS X 10.8.2
CPU	3.06 GHz 6 Core Intel Xeon

効であることが分かった。

4.2 暗号計算に関する処理時間

提案方式と既存方式（P2P 通信によるアイテムベース方式）の暗号計算に関する処理時間（以下、処理時間と呼ぶ）を比較する。既存方式（表 3）では、全てのユーザ間で情報の送受信を行う必要があるため、1回の通信データ量は少ない。しかし、ユーザ数を n とすると nC_2 に比例する回数の通信が必要である。また、全ユーザの中から選ばれた 1 人の親ユーザが鍵を生成し、暗号化の公開鍵を配布し、復号化の秘密鍵は保持するため、復号処理はシーケンシャルとなるが、他の処理は全ユーザで並列して実行できる。

一方、提案方式（表 4）の通信回数は、SP 数に比例するが、1 回の通信データ量が多く、IdP に処理が集中する。但し、各 SP が取り扱うアイテムに関する暗号計算処理と復号処理は、SP 毎に並列して実行できる。それらを考慮した比較を行うには、種々の条件設定が必要である。そこで、本稿では、上記の並列性と通信時間を無視し、アイテム間類似度行列や予測評価値の計算のみをシーケンシャルに行った場合の時間で比較することとした。

既存方式と提案方式の処理時間を表 3、表 4 に示す。表 3 におけるユーザベース方式は、次式で与えられるユーザ間類似度 W_{uv} を全ユーザに公開した場合の参考値である。

$$W_{uv} = \sum_i d_{ui} d_{vi}$$

ユーザ間類似度 W_{uv} は、ユーザ u と v の共通性を表す尺度であり、プライバシー情報の一部である⁸⁾。処理時間は、節 3.5, 3.6 に示したオフライン処理とオンライン処理を別掲した。なお、オンライン処理の処理時間は、ユーザ 1 人に対する予測評価値を計算する平均時間、即ちユーザあたり平均 1575 件の未購入アイテム全てについて、式(4)によって予測評価値を計算する時間である。また、表 4 の提案 II-2 追加におけるオンライン処理の処理時間（48.92 秒

表 3 既存方式の処理時間

処理時間 [s]	ユーザベース方式 (参考: 積集合要素数)	アイテムベース方式 (cosine 尺度)
オフライン処理	29129	190064
オンライン処理	137.45	48.92

表 4 提案方式の処理時間

処理時間 [s]	提案 I + II-1		提案 II-2 追加	
	購入数非公開	購入数公開	購入数非公開	購入数公開
オフライン処理	37837	35852	58263	36552
オンライン処理	0.05		48.92	25.06

および 25.06 秒) は、節 3.5(2) に示したオンライン処理 (相当部) の時間を示している。

式(8)において、ダミーデータ $d_{ui} = 0$ は W_{ij} の計算結果に影響しない。そこで、各 SP が実アイテムとアイテム番号との対応を秘密にした上で、ダミーデータを空とし、SP と IdP 間で空である $Enc(d_{vi})$ および c_{vj} に関する処理を省略することで、オフライン処理におけるアイテム間類似度の計算量と提案 II-2 追加のオンライン処理 (相当部) における予測評価値の計算量が削減される。但し、各ユーザのアイテム購入数が公開されることになる。提案方式における購入数非公開はダミーデータを用いる場合、購入数公開はダミーデータを用いない場合の時間である。

まず、オフライン処理の処理時間を比較する。使用類似度として、提案 I（積集合要素数）の代わりに cosine 尺度を用いて、提案 II-1（購入数非公開）のオフライン処理を行った場合の処理時間は、表 3 のアイテムベース方式 (cosine 尺度) と同じ時間 (190064 秒) となる。一方、使用類似度に提案 I と提案 II-1 を用いた場合は、表 4 (提案 I + II-1 の購入数非公開) のように、37837 秒であり、1/5 以下 (約 10 時間) に短縮できている。主に、アイテム間類似度行列を計算する時間が短いためである。即ち、cosine 尺度の場合、アイテム i と j の類似度を求めるためには、ユーザ・アイテム行列の列 i と j の列ベクトルの内積 (要素の積の合計) と各列ベクトルの大きさ (要素の 2 乗の合計) を暗号計算する必要がある。一方、提案 I では、式(7)によって、共通する要素の計数のみを暗号計算すれば良いためである。尚、表 3 のユーザベース方式の処理時間が短い理由は、テストデータでは、アイテム数よりもユーザ数の方が少ないので、アイテム間類似度行列よりもユーザ間類似度行列の方が、要素数が少ないためである。提案 II-2 を追加すると処理時間が増える理由は、Tid の数が多いことと、コピーしたデータに対する暗号計算の数が増えるためである。

次にオンライン処理の処理時間を比較する。表 4 の提案 I + II-1 の処理時間 (0.05 秒) は、表 3 のアイテムベース方式 (48.92 秒) よりも圧倒的に短い。その理由は、節 3.5 で示したように、各 SP がユーザに販売したアイテムに関する $W_{ij} r_{iv}$ の合計値を平文で計算できるためである。尚、表 3 のユーザベース方式の処理時間が 137.45 秒と極めて長い理由は、ユーザの平均評価値も暗号化するためである。オプションの提案 II-2 を追加した場合、予測評価値の計算時間が大きく増加し、表 3 のアイテムベース方式と同じ処理時間 (48.92 秒) となる。その理由は、推薦を受けるユーザについて、ダミーデータを含めて全アイテムの評価値を暗号化して計算する必要があるためである。そのためダミーデータを省略すると、購入したアイテムのみについて計算すれば良いので、計算時間が短くなる。

以上により、通常のインターネットサービスと同様に、SP にユーザの履歴情報がまとまって蓄積されること (ただし、SP に対して、個人情報情報は秘匿されている) が許容でき

るのであれば, 提案 I + II - 1 の方が処理時間の観点からも優れている。提案 II - 2 は, 高度なプライバシー保護が可能であるが, 予測評価値の計算についてもユーザのログイン時では無く, 事前に全て計算する必要があるため, ユーザ数が多い場合は実用的な実現が困難な可能性がある。

5. あとがき

本稿では, 複数の SP が連携してプライバシー保護した協調フィルタリングによる情報推薦を行う手法を提案し, 既存手法との比較を行った。仮 ID をキーとして, IdP が管理するユーザ情報と SP が管理する購買履歴情報を結合する暗号計算プロトコルを示した。アイテム間の類似度に 2 種のアイテムに関する購入ユーザの積集合の要素数を用いることで, 計算時間が短縮できることを示した。

本稿では, システム全体の計算量を算出することを目的としたため, 全ての情報を IdP に集中して逐次計算する形で評価を行った。しかし, アイテム間類似度行列は, 各 SP 上で並列分散して処理することも可能である。今後は SP 間で情報を送受信し, 並列して計算を行うことも考慮して, 通信遅延を含めた正確な処理時間を求める必要がある。また, 精度はやや劣るが, ナイーブベイズによる内容ベースフィルタリングに評価値の最頻値のノードを追加すれば処理時間は短縮できることが判明している¹⁴⁾。これらと比較し, 実用的な推薦システムの実装を行いたい。

文 献

- 1) Ghazanfar, M. and Prügel-Bennett, A.: Building Switching Hybrid Recommender System Using Machine Learning Classifiers and Collaborative Filtering, *IAENG International Journal of Computer Science*, 37,(3), 2010.
- 2) Kantarcoglu, M. and Vaidya, J.: Privacy Preserving Naïve Bayes Classifier for Horizontally Partitioned Data, *IEEE ICDM Workshop on Privacy Preserving Data Mining*, 2003.
- 3) Zhan, J. and Matwin, S.: Privacy-Preserving Naïve Bayesian Classification Over Vertically Partitioned Data, *Fifth International Conference on Electronic Business*, pp. 483-488, 2005.
- 4) Polat, H. and Du, W.: Privacy-Preserving Collaborative Filtering on Vertically Partitioned Data, *PKDD 2005, LNAI 3721*, pp.651-659, 2005.
- 5) Kaleli, C. and Polat, H.: Privacy-Preserving Trust-based Recommendations on Vertically Distributed Data, *Fifth IEEE International Conference on Semantic Computing*, 2011.
- 6) 青木良樹, 菊池浩明, 寺田雅之, 石井一彦, 関野公彦: 擬準同型性を満たす類似度による分散協調フィルタリングプロトコル, 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究会, 2011.
- 7) 木澤寛厚, 磯崎邦隆, 菊池浩明: 秘匿積集合プロトコルを利用したプライバシ協調フィルタリング, 電子情報通信学会 暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2009.
- 8) 多田美奈子, 菊池浩明: アイテム間類似度に基づくプライバシ保護協調フィルタリングの提案, *情報処理学会論文誌* 51(9), pp.1554-1562, 2010.
- 9) 菊池浩明, 香川大介, 石井一彦, 寺田雅之: 組織間プライバシー保護データマイニングの考察, 暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2010.
- 10) Paillier, P.: Public-key cryptosystems based on composite degree residuosity classes, *17th International conference on Theory and application of cryptographic techniques*, pp.223-238, 1999.
- 11) OpenID Connect 1.0 spec., <http://openid.net/connect/>.
- 12) Drupal, <http://drupal.jp/>.
- 13) Movielens Datasets, <http://www.movielens.org/>.
- 14) 伊藤道臣, 西園敏弘: ペイジアンネットに基づくプライバシーを保護した情報推薦モデルの評価, 電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会, 2013.

総合教育編

オープン懸賞に関する法規制の現状と今後の課題

山 田 朋 生*

The Issues of the Current Situation and Perspective for Law Restrictions of “Open kensho”.

Tomoki YAMADA*

Abstract

“Open kensho”, company is planning to the sale of goods, and make the application without the purchase of goods and visit with the conditions with the media of a newspaper, TV, a magazine, the website. It is “Open kensho” that we can apply for freely without consumers being subject to the purchase of the company product. That is why the prize that anyone can apply for does not correspond to “premiums” without accompanying business. As a result, we are not subject to the limit of Law for Preventing Unjustifiable Extra or Unexpected Benefit and Misleading Representation as an open competition for a prize. The restriction of the amount of money of the upper bound of “Open kensho” was abolished on reconsideration of the current legal system.

This paper hangs up the current law system about “Open kensho”. Then, I refer to the background and overview of “Open kensho” will be abolished. In that case, I will introduce by an overview of the national guidelines and notice. There is a delay of measures according to the transfer from the Fair Trade Commission to Consumer Affairs Agency about Law for Preventing Unjustifiable Extra or Unexpected Benefit and Misleading Representation. Therefore, measures to control the company are late. Moreover, two measures (proposal) can be considered in a company from now on. One of them is Legal compliance teaching to employee in company, and leniency policy of Law for Preventing Unjustifiable Extra or Unexpected Benefit and Misleading Representation (proposal).

Finally, I proposes the foundation of compliance program of Law for Preventing Unjustifiable Extra or Unexpected Benefit and Misleading Representation as future tasks.

1. はじめに (いわゆるオープン懸賞について)

オープン懸賞は、企業が自社商品の販売促進をする企画として、商品の購入や来店等を条件（取引付随性¹⁾）とし、マスコミ（新聞、テレビ、雑誌、ウェブサイト等）の情報媒体を使って広告・宣伝をすることによって、世間に広く告知し応募をさせることにより、一般消費者が財（商品・サービス）の購入を条件としないで、誰もが自由に応募できる懸賞のことである。それゆえ、取引に付随しない誰もが応募できる懸賞の場合には、「景品類」に該当せずオープン懸賞として不当景品類及び不当表示防止法（以下、「景品表示法」と略記。）の制限は受けない²⁾。

本稿は、まずオープン懸賞に関する現行制度を掲げた上で、オープン懸賞規制が廃止されるまでの背景及び過去のオープン懸賞規制（各種ガイドライン等）の概要について言及する。最終的には、今後の景品表示法全体の課題として、近い将来に必要とされるであろう景品表示法コンプライアンス・プログラムの創設の必要性について提言をするものである。

2. 現行のオープン懸賞について

社会情勢の変化及びパブリックコメントの要望等の結果により、オープン懸賞告示及び運用基準が廃止され、現行のオープン懸賞に関しての規定は下記のようになっている。

① 提供できる経済上の利益の最高額

現行法の下では、「上限なし」³⁾となっている。

② インターネット上で行われる懸賞企画の取扱いについて⁴⁾

インターネット上のオープン懸賞については、インターネット上のホームページは、誰もが閲覧する事ができるという特徴から、オープン懸賞の告知及び公開されている懸賞への応募の受付の手段として利用可能である。それゆえ、ホームページ上で実施されている懸賞企画は、取引に付随する経済上の利益の提供に該当せず景品表示法に基づく取引の対象とはならない。ただし、インターネットのホームページ上で商取引が可能な場合において、①商品やサービスを購入しなければ懸賞企画に応募できない場合、②商品またはサービスを購入することにより、ホームページ上の懸賞企画に応募することが可能又は容易な場合には、取引付属性が認められることから景品表示法に基づく規制の対象となる。

3. 廃止されたオープン懸賞規制について⁵⁾

3-1 廃止となった経緯

オープン懸賞については、私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律（以下、「独占禁止法」と略記。）の同法第2条第7項（現第2条第9項）の規定により、平成18年度まで指定告示（昭和46年公正取引委員会告示第34号）が設けられており、「不公正な取引方法」の1類型として規制されていた。同告示が廃止（平成18年4月27日公正取引委員会告示第9号）になる前の規定では同告示に掲げられている「正常な商慣習に照らして過大な金銭、物品その他の経済上の利益」の定義については、「広告においてくじの方法等による経済上の利益の提供を申し出る場合の不公正な取引方法の指定に関する運用について」（昭和46年事務局長通達第5号）（以下「オープン懸賞告示運用基準」と略記。）により、1000万円を超える額の経済上の利益はこれに該当するものとしてとされていた。

それは、時代の状況に合わせてオープン懸賞の上限金額を、既存の100万円から1000万円に引き上げられるというものであった（改正 平成8年2月16日事務局長通達第1号）。その後、引き上げ後の経過から商品選択との関連が希薄になってきていることには変わりがなく、また、上限金額又はそれに近い額のオープン懸賞を実施している例はほとんどみられないということから、第173回独占禁止懇話会において「オープン懸賞告示でございます。これは取引に付随しない、買っても買わなくても応募できるという意味でオープンな懸賞ですが、現在、その上限が1000万円となっております。これにつきましても廃止ということで、意見募集いたしております。廃止の理由としまして、ちょうど10年前でございますが、平成8年に、当時100万円であったものを一挙に10倍に引き上げて1000万円といたしております。その際にも申し上げていましたが、商品選択との関連が希薄になってきているということ、それから、その後10年を経過して、上限1000万円に近い事例もほとんど見られていないと、諸外国でも行われていない⁶⁾と議題に取りあげられ、平成18年3月1日から平成18年3月31日まで廃止案についてのパブリックコメントとして意見募集がなされた。その後、パブリックコメントとして寄せられた意見が慎重に検討された結果、オープン懸賞告示が平成18年4月27日に官報により廃止する旨が告示され、オープン懸賞告示運用基準（平成18年4月27日事務総長通達第4号）も平成18年4月27日に廃止されるという背景があった。

3-2 廃止されたオープン懸賞告示〔指定告示〕の概要

3-2-1 意義と趣旨

当時、独占禁止法（昭和22年法律第54号）第2条7項（現第2条9項）の規定に基づきオープン懸賞が施行された（昭和46年9月1日）。

企業が販売促進をする手段として、オープン懸賞というものがある。これは企業（メーカー）がマスコミ（新聞、

テレビ、雑誌、ウェブサイト）等の情報媒体を使って広告によって宣伝（告知）をすることにより一般消費者（顧客）が財（商品・サービス）の購入を条件としないで、誰もが自由に応募できる懸賞のことである。

法規制に関しては、一般消費者（顧客）を誘引する手段として、広告において一般消費者に対し、くじの方法などにより特定の者を選び、これに正常な商慣習に照らして過大な金銭、物品その他の経済上の利益⁷⁾を提供する旨を申し出ることを不公正な取引方法として指定し当該告示により規定されていた（オープン懸賞告示）。

3-2-2 廃止されたオープン懸賞における告示

(1). 顧客を誘引する手段として一般消費者に対して広告において、下記1及び2の方法により特定の者を選び、その者に正常な商慣習に照らして過大な金銭、物品その他の経済上の利益（景品表示法第二条に規定する景品類に該当するものを除く。）を提供する旨を申し出ることがオープン懸賞である。（オープン懸賞告示）

1 次の行為（イ～ホ）をすることを求め、くじの方法又はその内容の正誤若しくは優劣により選ぶこと。

イ 当該事業者の定める様式により氏名、住所、職業等を回答すること。

ロ 応募の際一般には明らかでない事実についての予想若しくは推測の募集に応ずること。

ハ 趣味、娯楽、教養等に関する問題の解答の募集に応ずること。

ニ キャッチフレーズ、商品名、感想文等の募集に応ずること。

ホ 演技その他特定の行為をすること。

2 当該事業者の定める一定の基準に該当することを条件として選ぶこと。

(2). 規制対象者（商品）

下記に掲げる商品の生産（新聞、書籍、雑誌、レコード及び録音テープにあつては、発行）をする事業者若しくはこれらの商品の販売をする事業者。（オープン懸賞告示別表1）

① 食料品：

肉製品、酪農製品、調味料、砂糖、菓子類、冷凍食品、清涼飲料、酒類、その他の製造食品及び飲料。

② 衣料品：

下着、洋服、ワイシャツ、靴下、帽子その他の衣服。

③ 身のまわり品：

ハンカチ、えり飾り、ハンドバック、かさ、はきもの、眼鏡、化粧用小物用具その他の身のまわり品。

④ 家庭用品：

家庭用繊維製品、家具、台所用品、食卓用品、ミシン、暖房器具、家庭用衛生設備用品、家庭用電気器具その他の家庭用器具。

⑤ 医薬品、化粧品等：

医薬品、医薬部外品、医療機械器具、化粧品、歯みがき、石けん及び家庭用化学製品。

- ⑥ 書籍、雑誌、レコード等：
新聞、雑誌、書籍、レコード及び録音テープ。
- ⑦ 乗用自動車、自転車等：
乗用自動車、二輪自動車、自転車、自動車用タイヤ。
- ⑧ 雑貨：
文具、紙製品、事務用具、家庭用計量器、時計、一般用光学機械器具、写真感光材料、娯楽用品、玩具、運動競技用品、楽器、自動車用石油製品及び家庭用燃料。

(3). 規制対象者（役務）

下記に掲げる事業を営む者⁸⁾。(オープン懸賞告示別表 2)

- ① 卸売業、小売業：
飲食店。
- ② 金融、保険業：
銀行・信託業、農林水産金融業、中小商工、庶民・住宅金融業、証券業、商品取引業、保険業。
- ③ 不動産業：
不動産賃貸業（貸家業を除く。）、貸家業、建売業・土地売買業及び不動産代理業・仲介業。
- ④ 運輸通信業：
民営鉄道業、民営旅客自動車運送業、水運業、航空運輸業及び旅行あつせん業。
- ⑤ サービス業：
旅館、洗濯業、理髪・理容業、浴場業、結婚式場、映画業及び娯楽業（映画業を除く。）。

3-3 廃止されたオープン懸賞における運用基準

（オープン懸賞告示運用基準）

独占禁止法（昭和22年法律第54号）第2条7項（現第2条9項）の規定に基づいてオープン懸賞告示が指定され昭和46年9月1日より施行されるに伴い、下記基準により適切に処理されるようにその運用基準（昭和46年7月2日事務局長通達第5号）が定められていた。（オープン懸賞告示運用基準1及び2）

1. この告示に規定する「正常な商慣習に照らして過大な金銭、物品その他の経済上の利益」については、1000万円を超える額の経済上の利益はこれに該当するものとする。ただし、この範囲内で公正競争規約を締結している業種にあつては、当該公正競争規約の定めるところを参酌する。
2. 次に掲げる要件のすべてに適合する方法により特定の者を選び、これに経済上の利益を提供する旨を申し出ることは、顧客を誘引する手段とは認められないので、この告示第1号ニの規定に該当しないものとして取り扱うこととする。
 - (1) 高度の知識、技能等を必要とする論文、小説、図案等の精神的労作であつて、一般消費者が容易に応募することができないものを募集し、その内容の優劣により特定の者を選ぶものであること。
 - (2) 提供する経済上の利益は、当該精神的労作に対する

対価ないし褒賞として社会的通念上妥当と認められる範囲内のものであること。

- (3) 当該精神的労作の内容の優劣の判定は、社会的に信用のある機関、学者、評論家、芸術家等が行なうものであること。

4. 違反した場合の関連省庁における対応 （消費者庁・公正取引委員会等）

景品表示法に違反した場合には、措置命令などの措置が行われる。景品表示法が規制する①不当な表示、②過大な景品類の提供を行った疑いがある場合には、消費者庁は、事業者に対して疑いのある資料などの収集、事業者への事情聴取などの調査が実施される。調査の結果、違反行為が認められた場合には、消費者庁は事業者に対し、①不当表示により一般消費者に与えた誤認の排除、②再発防止策の実施、③今後同様の違反行為を行わないことなどを命ずる「措置命令」を行う。また、違反の事実が認められない場合であっても、違反のおそれのある行為がみられた場合は指導の措置が行われる。

5. オープン懸賞に関する問題点及び検討

5-1 問題点

本論文の3節（3-1）で述べたように、当初においてオープン懸賞は、独占禁止法第2条第7項（現第2条第9項）の規定により、平成18年度まで指定告示が設けられており、「不公正な取引方法」の1類型として規制されていた。

オープン懸賞を規制するに至ったのは、各事業者が市場内において「広告においてくじの方法等による経済上の利益の提供を申し出る場合の不公正な取引方法」に違反する問題を解決するために規制をするというのが当初の目的であった。さらに、企業におけるオープン懸賞上のコンプライアンス（法令遵守）に関しても景品表示法及び独禁法上において社内外における法令違反が度々行われるという問題もあった。

5-2 検討

第一に、廃止される理由となった問題点として、第173回独占禁止懇話会において平成8年から平成18年までのオープン懸賞の運用経過を考慮した上で、①商品選択との関連が希薄になってきているということ、②上限1000万円に近い事例もほとんど見られていないと、③諸外国でも行われていないという問題点が取り上げられている。その後、廃止案についてのパブリックコメントとして意見募集がなされ、寄せられた意見が慎重に検討された結果、オープン懸賞告示が平成18年4月27日に官報により廃止する旨が告示される運びとなっている。

第二に、近年騒がれ始めた景品表示法上の①コンプライアンス（法令遵守）の問題がある。コンプライアンス（法令遵守）の問題に関しては、市場内において経済活動を行っ

ている事業者に対して、当時移管される前の公正取引委員会が行った調査では、オープン懸賞告示を廃止することにより、直ちに高額オープン懸賞企画が事業者により頻発し、これによって公正な競争が阻害されるような状況になるとは考えにくいとの社会情勢を考慮した見解により、規制が緩和されオープン懸賞告示が廃止される事になった。しかし、現行においてもなお景品表示法上を遵守しない事業者（例：食品偽装等）は後を絶たない現状がある。それゆえ、オープン懸賞においても、事業者側は所管の関連省庁（公取委、消費者庁等）との相談及び調整が必要であると考えられる。

最後に、オープン懸賞に関しては経済活動上のその重要性から様々な研究者・学者の方々の先行研究・学説がある。本論文に掲げる「法規制」と関係する代表的なものとしては、「オープン懸賞の規制」問題について①川井克俊⁹⁾、②山田昭雄¹⁰⁾、③競争問題研究所¹¹⁾などの方々のものがある。

6. おわりに

今後の課題としては、戦後、社会法分野の法律が整備されるに伴い、市場で経済活動を行っている企業に対して規制（取り締まり）をする役割を経済法は担っている。経済法の中でも、独占禁止法（公正取引委員会の管轄）や景品表示法（消費者庁の管轄）は取り分け重要な役割を市場において果たしている。

通常、市場の中で経済活動を行っている企業の最終目的は営利を目的として活動を行っているために、度々法律に違反をしてしまうことがある。独占禁止法の場合には、公正取引委員会が「私的独占」、「不当な取引制限」、「不公正な取引方法」に関して事業者である企業が違反しないようにガイドラインを掲げて監視をしている。しかし、市場内で活動をしている企業の独占禁止法違反行為が未だに行われている現状を考慮して、近年では公正取引委員会が企業に対して「独占禁止法コンプライアンス・プログラム」という企業内における法令遵守向上のための重要な施策に取り組んでいる。

しかし一方では、同じ経済法の中でも景品表示法の場合には、この取り組みが未だ本格的には行われてはいない。景品表示法の場合には、消費者庁が「不当な景品類」、「不当な表示」を事業者である企業が提供して違反をしないかガイドラインを掲げて監視をしている。それでもなお、食品偽装などの違反行為が度々行われている現状である。

今回、本論文で取り上げた景品表示法的一端であるオープン懸賞においても同様に社会情勢の変化に伴い一部規定が改正及び廃止される運びとなった。

今後のオープン懸賞も含めた景品表示法全体の課題としては、本論文の5節で述べたように、企業における景品表示法コンプライアンスの取り組みというのも想定され得る。

その対策としては、①コンプライアンス（法令遵守）の徹底化、②課徴金減免制度（案）の活用2つが考えられる。

まず、①コンプライアンスとは、「法律や規則などのルールに従って活動を行うこと」を意味する。近年において企業では極めて重要視されてきている言葉である。企業内で働いている社員は、自分でも判らないうちに法律違反をしてしまっている可能性がある。それゆえ、企業によっては、企業内にコンプライアンスに関する部門を置いて当該対策及び社員教育の徹底化に力を入れている。

次に②課徴金減額制度（案）とは、企業（事業者）が自ら関与した入札談合やカルテルを公取委に報告し、法定要件に該当した場合には、課徴金が減額される制度のことである。

もともと、景品表示法も以前は公正取引委員会の管轄であったが、ここ最近で消費者庁に移管されたことに伴い、その移管整備及び取り組みが遅れていると考察する。消費者庁の管轄する景品表示法においても近いうちに必ず企業における法令遵守に関する取り組みが重要視され行われることが予想される。

当該対策の先駆けとして、過日（2014年10月24日）、景品表示法の改正法案（第187回国会（臨時会）提出法案）が閣議決定されたことから、今後における景品表示法に関する取り組みの重要性が理解され得る。その為、経済法全体において、コンプライアンス・プログラムの取り組みは近いうちに行われると予想される。そのため、近い将来において「景品表示法コンプライアンス・プログラム」の創設が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 企業が提供する商品・サービスの取引に付随する方法で懸賞等を提供する事をいう。
- 2) 一般消費者に対して取引に付随しない懸賞によって提供できる金品等の最高額に関しては「上限なし」となり、現在は取引付随性のある景品類の提供のみが規制の対象となっている（消費者庁「事例でわかる！景品表示法（不当景品類及び不当表示防止法ガイドブック）」）。
- 3) ただし下記①～③のような店舗に応募用紙を設置すると、オープン懸賞とは認められないとされている。①メーカーが資本の大半を出資している店舗、②メーカーとフランチャイズ契約をしている店舗、③その店舗への入店者の大部分がメーカーの商品の取引相手となる店舗（例：元売業者、ガソリンスタンド）。
- 4) 公正取引委員会が掲げる「インターネット上で行われる懸賞企画の取扱いについて」（平成13年4月26日）のガイドラインに詳細な解説がある。
- 5) 詳しくは、公正取引委員会「平成17年度における景品表示法の運用状況及び消費者取引の適正化への取組」（平成18年5月23日）の第2の(2)に詳しい解説がある。
- 6) 独占禁止懇話会第173回会合議事録 [平成18年3月27日]。
- 7) 不当景品類及び不当表示防止法（昭和37年法律第134号）第2条に、「顧客を誘引するための手段として、その方法が直接的であるか間接的であるかを問わず、くじの方法によるかどうかを問わず、事業者が自己の供給する商品又は役務の取引に付随して相手方に提供する物品、金銭その他の経済上の利益であつて、内閣総理大臣が指定するもの」であ

- る景品類として規定しているものは除ものとされている。
- 8) 当表に掲げる業種の分類は、日本標準産業分類による。
- 9) 詳しくは、川井克俊「オープン懸賞広告の規制について」財経詳報第910号（1971年9月）24頁以下などを参照されたい。
- 10) 詳しくは、山田昭雄「オープン懸賞広告の規制－その経緯、規制理由、規制の内容等－」財政経済弘報1427号（1971年9月）8頁以下などを参照されたい。
- 11) 詳しくは、競争問題研究所「ネット上での懸賞企画の取扱いを明確化 公取委－オープン懸賞として景表法規制外に、取引付随性あれば規制対象－」公正取引情報1785号（2001年5月）18頁以下などを参照されたい。

意識構造モデルに基づく女子の理系志望を増やすための 教育課程改善に関する提言

斉藤 浩一*・菊池 和平**

Proposal concerning curriculum improvement to increase the girl's science course wish based on consideration structure model

Kouiti SAITO* and Wahei KIKUTI**

Abstract

The girl who selects the science course why is few though the awareness of the issues of this text has social demand.

- 1 Many of girls have good consideration to the science course subject.
- 2 The science course subject was not requiring, and did not have to be studied even by the high school entrance exam and the university examination.
- 3 As for the university of the science course, tuition cannot help becoming large amount of money because of the investment in the experiment equipment of high priced.
- 4 Four hypotheses were proven because there was a risk of studying physics, the chemistry, and mathematics where a large amount of knowledge was able to be piled. These factors influence the motive to the science course. The improvement idea of the curriculum was presented based on it.

要 約

本稿の問題意識は、社会的需要があるものの、なぜ理系を選択する女子が少ないかである。

1. 女子の多くに、理系科目への苦手意識がある
2. 高校入試、大学入試でも理科系科目は必修ではなく、学ぶ必要がなかった。
3. 理系の大学は、高額な実験設備への投資のため授業料が高額にならざるを得ない。
4. 多大な知識量が積み重なった物理や化学、数学を学ぶリスクがある

以上4つの仮説が実証された。これらの要因が理系への志望動機に影響する。

それを基に、教育課程の改善案が提示された。

Key words: 理系女子, 共分散構造分析, 理系志望動機

1. はじめに — 本研究の目的

少子高齢化に曝されつつあるわが国は、技術立国として大きな危機感を持っている。その危機を回避するために、男女共同参画社会基本法（平成十一年六月二十三日法律第七十八号）のもと、女性技術者の積極的雇用、出産や子育て支援、また、介護援助まで、政策が策定されている。

最近、これに付随して、「ダイバーシティ」推進が計られつつある。ここでのダイバーシティとは多様化であり、男子技術者が主要な職場において、女性はもとより、国籍の違う外国人等のバラエティに跳んだ生産性の高い様相に変えようとするものである。

実際、理科系の女子は、「リケジョ」と呼ばれ、雇用する側から人気があり、社会的需要の高さが囁かれている¹⁾。なぜ、企業において、理系女子の人気があるのか。その第一が、「女性は柔軟性が高く、目まぐるしく変わるビジネス環境に対する適応能力が高い」。第二に、「企業は理工系出身の女子学生は離職リスクが低いと見ている」。第三に、「製品の開発やマーケティングにおいては、女性の視点が必要不可欠になっている」。第四に、女性が職場にいることにより、職場の雰囲気が和み、コミュニケーションと問題解決力が高まる等が挙げられる。

しかるに、女性技術者の積極的登用に関しては、多難な状況にあると言えよう。その理由の第一は、女性技術者の積極的登用を推進しようにも、女子の技術者が少ないことがあると考えられる。つまり、理系技術者の予備軍である理系の女子が思うように多くないのではないか。理学部、工学部の女性比率は微増しているものの、社会的要請に対

平成26年11月13日受理

* 日本大学工学部総合教育

** 東北大学理学研究科

応するためには、まだまだ比率が少なすぎる²⁾。実際、平成20年度の理学部、工学部の学生総数493,444のうち、女子は64,311と13.07%、対して、平成25年度は、学生総数470,532のうち、女子は69,159と14.70%と微増しているものの十分とはいえない³⁾。

河野は、このような状況の理由として、理工系の学部は、私立は難易度が低いが授業料が高い、対して、国公立では難易度が高いが授業料が安い事実を指摘している⁴⁾。

本稿の基本的な問題意識は、社会的需要があるものの、なぜ理系を選択する女子が少ないのかの1点に尽きる。この点について、意識調査を実施し、因果関係を明らかにした意識モデルを作成する。そのために、共分散構造分析を用いる。これによって得られた調査モデルは、単に因果関係が探索的な意味ではなく、データとの適合度 (Goodness of Fit Index-GFI, Adjusted Goodness of Fit Index -AGFI, Root Mean Square Error of Approximation-RMSEA) という指数を明らかにし、実証性の有意性を見ることができる。

さらに、その理由に「女子の理系科目への苦手意識がある」、また「高校入試、大学入試でも理系科目は必修ではなく、学ぶ必要がない」。「学び得る大学にも、高額な実験設備への投資のため授業料が高額にならざるを得ない」また「多大な知識量が積み重ねられた物理や化学、数学を学ぶリスクがある」という仮説を提示する。実際、人生で出産、さらに子育ての多くを担う女子には理系を志望する不利が存在する。

この仮説を実証し、上の理系科目への苦手意識、多大な物理や化学、数学等の理系科目の整理を行う教育課程の改善を提言するものである。

2. 方 法

本稿では、以上の仮説の検証、それを踏まえて、教育課程の改善の提言を目的として、実際の高等学校に在籍する高校生に対してアンケート調査を行う。ここではまず「理科志望動機」という概念を設定し、それを支える意識を調査し、因果関係モデル構築を目的として、共分散構造分析を試みる。その際、性差に着目する。それによって、「理系を志望する女子」を増やす教育課程改善の提言を行う。そのために調査対象校の実態を明らかにし、調査手続き、質問項目設定の手順を述べるものである。

(1) 調査対象校

各被験校2校における、被験者の性別、学年別の属性はTable 1に示される。

本研究では、同地域 (半径10km 以内) に属し、まったく異なった学校 (学校系列形態 - 公立進学高校であり、理科教育に力を入れている - A高校、大学への推薦入学を主とする私立進学高校 - B高校) から2高校の「理科志望動機 - これまでの理科教育やこれから志向する理科系への意識」を調査する。

Table 1 調査者分布

1 高校別	A高校	301(52.3%)
	B高校	275(47.7%)
2 性別	男子	271(47.0%)
	女子	305(53.0%)
3 学年別	1年生	267(46.4%)
	2年生	309(53.6%)

被験校2校はA県に立地し、A校は県内有数の進学校であり、5分の3が国公立大学、他が有名私立大学に進学する。特に国のスーパーサイエンス指定校を経て、理科系の科目に重点を置いて指導している。またB校は文科系を主流とする私立大学の附属高校であり、大学進学率が80%を超し、国立大学に若干名、ほぼ60%が附属大学、残りが他の私立大学に進学する。これら2校は併願可能校であり、県内の業者テストにおいてA校の偏差値が63、B校は57を越す難関校である。

被験校が存在するA県の当地域は、人口密集地域と言え、保護者の大学進学に対する意識は全国平均よりは上にあると思われる。子どもは小学校から塾に通い、高校進学、大学進学に備えるのが常識ともされる。

あえて2校を被調査校としたのは、A校は難関校であり、中学校の理科系教科について十分な学力を有していると考えられる。つまり、評点平均は4～5である。対して、B校は全体の評定平均が3～4であり、両校間には、理系科目について明らかな学力差が存在するものと考えられるのである。その学力差が理科の学習意欲とどのように影響するかを分析することは、中学校以前の理科系科目学習のあり方が「理系志望動機」にどのように影響するかを考察する材料になると考えられる。

(2) 調査手続

調査は2010年10月、各被験校2校の先生にお願いし、生物や化学等の特定の時間を利用し、行った。

(3) 質問項目

調査に先立ち、高校生の「理系志望動機」の測定項目を作成するために、大学生1年生ほぼ30名を中心に、「理科や科学と教育」という内容でインタビューした。上記の結果得られた項目を実際の大学2年生25名に高校生に理解可能か、また適切かを検討してもらった。さらに、現役の大学生2名に質問紙に答えてもらい、追加または訂正の作業を行った。内容は、「理科志望動機」6項目 (Table 2)、「理科学習意欲低下」を見るために4項目 (Table 3)、計10項目より構成した。

また、学校別の差を見るため、調査データ入力時に、A高校を1、B高校を2とし識別した。

さらに、本稿では取り上げないが、その他、生活ストレス、ストレス反応についても質問項目を設定した。以上、すべての項目は4段階評定 (1点 - まったくない、2点 - す

こしある、3点-かなりある、4点-とてもある)尺度を採用した。

これらのデータは、共分散構造分析によって、モデル化が試みられる。

3. 結果および考察

(1) 理科志望動機を構成する因子

高校生の理科志望動機を明確にするために、どのような構造を持っているのかを検討するため、576名分6項目の得点のデータに主成分分析を行い、1因子構造であることを確認した(Table 2)。また、 α 係数(Cronbach's alpha)も0.82と一応の基準値である0.7を大きく上回り、本項目群が理科志向を表す尺度として十分な等質性と整合性を有し、信頼できるものであることが確認された。

Table 2 高校生の理科志向についての因子分析(主成分分析)

自然科学(物理・化学・生物等)に興味がある。	.795
将来、科学に関する仕事がしたい。	.784
科学技術関係の研究施設に興味がある。	.782
理科系(理科、数学)の科目は好きである。	.761
理科の知識は、実生活で必要なものである。	.684
日本の経済にとって、科学・技術は絶対に必要である。	.549
成分寄与率	53.5%

(2) 理科志望についての原因関係モデルの作成

次に高校生(576名)に対して、「理科志望動機」(6項目の平均)と理系についての構成概念(Table 3)の各4項目を、観測変数(observed variables)として、共分散構造分析を用いて、「理科系科目の勉強意欲喪失」「それでも理系」「理系志望動機」の構造関係モデル図を作成した(Fig. 1)。

Table 3 構造関係モデルに使用した質問項目および各観測変数項目

理科(科目)に現実感がない。
理科は受験に関係ない。
(理科の)内容の多さに比べて、時間がない。
私立理科系の大学は授業料が高い。

まず、「理科(科目)に現実感がない」「理科は受験にないので、勉強する必要がない」という意識は、単純に「理科系科目の勉強意欲喪失」という潜在変数でくくられる。

また、「(理科の)内容の多さに比べて、時間がない」「私立理科系の大学は授業料が高い」は、自明のことであり、それを踏まえてあえて理系を志望するものとし、「それでも理系」という潜在変数でくくった。さらに、「理系志望動機」を観測変数として、それぞれ及ぼす影響についてのモ

デルの構築へのパス係数を算出し、因果関係を算出した(Fig. 1)。

また、「性別」を観測変数(男子-1点、女子-2点)と設定することにより、それらの意識について、性差があるかを分析した。

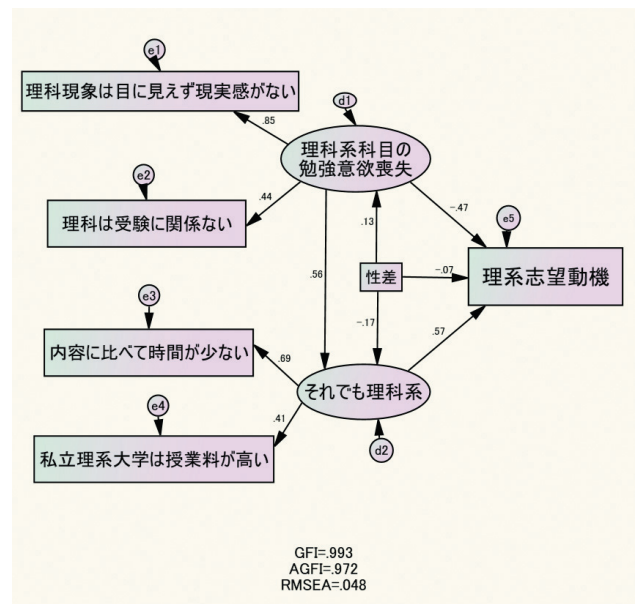


Fig. 1 高校生における理系志望動機に及ぼす要因モデル

当モデルの適合度は、GFI (Goodness of Fit Index) -0.993, AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) -0.972といずれも有意に高い値を示している。さらに、RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) は0.048と有意な値を示している。したがって、データの適合度は非常に高く、構成されたモデルは標本共分散行列をよく説明していると判断される。

つまり、「理科は受験に関係なく、理科現象は実感が沸かない」という「理科系科目への意欲喪失」を多く持つ女子が多く、それだけでは「理系志望動機」が低下する。しかしながら、「内容に比べて時間が少ない、私立理系大学は学費が高い」という「それでも理系」の意識を持つと「理系志望動機」に有意にプラスの影響を有する。そういう高校生は、男子に多い。

以上から、本稿の問題は、社会的需要があるものの、なぜ理系を選択する女子が少ないのかの1点に尽きる。その理由の1つに「女子の理系科目への苦手意識がある」、また「高校入試、大学入試でも理科系科目は必修ではなく、学ぶ必要がない」。それでも「学び得る大学にも、高額な実験設備への投資のため授業料が高額にならざるを得ない」また「多大な知識量が積み重なった物理や化学、数学を学ぶリスクがある」という仮説を提示する。実際、人生で出産、さらに子育ての多くを担う女子は、受験勉強の負担や高額の授業料を押してまで、理系を志望することを示した「それでも理系」という潜在変数に対してマイナス影響がある。つまり、女子が理系を志望することに不利が

あるという仮説は実証できた。

しかし、「性別」により、「理系志望動機」に関しては、この被験者に対して有意な差が得られなかった。これは、A校が理系志望の多い進学校であることが考えられる。

4. 総合討議

自民党の文教委員会において、「我が国が21世紀にも引き続き活力にあふれ、豊かで安全、安心な社会を構築するためには、科学技術のより一層の振興を図り、世界の先頭に立って新しい知識の創造や技術革新を行う「科学技術創造立国」を実現していくことが必要不可欠であると言われていいる。さらに、そのためには、知的創造力が最大の資源であるわが国にとって、青少年に科学技術や理科・数学に対する興味・関心を培い、チャレンジ精神に満ちた将来の科学技術の担い手である人材を幅広く養成することが最重要な課題である。」とある⁵⁾。

家電製品や自動車を代表として、さまざまな工業がわが国の経済をささえてきたことは事実である。今何が問題かを考えると、科学技術がその創造力を発揮するために、国民の科学技術への信頼・支持が不可欠であり、国民の理解の増進を図っていく必要がある。さらに科学技術を振興し、「科学技術創造立国」を構築することを前提に、科学技術に対して夢と希望を持ちチャレンジ精神に満ちた創造性豊かな人材を養成することが肝要である。そして、そのもっとも象徴となるのは、理系女子が増加し、一般化することではないだろうか。

なぜ、理科系の女子は増えないのか。大きな理由は、三つ挙げられる。第一に、本稿でもっとも力説される結論、それは理科が高校生にとって実感を持ってない教科であること。そして、第二は、高校生は時間がなく、理科まで学べないこと。第三は、私立の理科系では、授業が高額であることが挙げられる。

教育課程として、取り組まねばならないのは、第一の実感が持てないことと第二の時間がかかることであろう。例えば、理科全般に実験が少ないことが挙げられる。理科実験は、準備、実施、レポートのフォローと確かに、多くの時間と労力を要する。例えば、生徒指導やクラブ活動等に多くの時間を取られる中学校の教師の場合、実習助手のいない理科の実験は無理ではないか。

また、科学の進歩と相まって、理科の内容が多くなっている事実も伺われる。齊藤は、中学校までの教育によって、理科についての意欲を失くし、知識や技能も低下することを「理科離れ」として実証した⁶⁾。これを防ぐためには、子ども達の生活に根ざした実感としての理解を進めるような教育課程でなければならない。もう一度、「発展的な内容」を網羅する来年度からの教科書から、再度の検討が必要になるのではないか。

さらに、女子に「理科への実感のなさ」の傾向があるのか？『話を聞かない男、地図が読めない女』⁷⁾には、女性は地図の上側が北であり、自分のいる場所と時間からその方向を割り出し、目的の方向と距離を割り出す論理的思考の訓練を受けていないことを指摘している。つまり、自然科学は事象から推論していく場合が多い。地球が球体であることは、船の最上部から見えてくることから推論される。ニュートンが万有引力を発見したのも、リンゴが木から落ちるのを見たからだと言う。

事実から理論を推論する論理的思考に性差があることは事実としても、それが生得的な絶対性を有するとは言えない。教育によって、克服できると考えられよう。事実、論理的思考が得意な女性は、数は少ないにしても確実に存在する。

では、女子の論理性を高める理科教育はどうすれば実現できるのか？

筆者は、コンピュータグラフィックス（以下、CG）による実感のある現象を中心とする教材開発を提案する。実験の充実を通じて、女子の理科への関心と知識と応用的技術を身に付ける教育は、実際に行われている⁸⁾。それらをCGによって、実感のあるものにする。さらに、さまざまな理科事象に対して、実感を持てるように可視化する。それらは、CAI (computer-assisted instruction) を行うことによって、可能とならないか。

実際には、この技術力はすでに確立していると推測される。しかし、技術者不足と費用不足がその発展を妨げているのではないか。今、理系において、女子の割合を増やす必要があるならば、大きなプロジェクトとして、この問題に取り組む必要があろう。

注および引用文献

- 1) リケジョ人気!? 理系女子の採用を各社が積極的に行う理由 2014 (<http://careerpark.jp/670>)
- 2) 河野銀子, 理工系大学・学部における女性学生比率と大学の構造～構造的要因の把握に向けて～2011 (<http://www.e.yamagata-u.ac.jp/~gk/paper/22kaken.pdf#search>)
- 3) 平成20, 25年度学校基本調査 2008, 2013 (文部科学省)
- 4) 2) と同上
- 5) 自由民主党文部科学部会科学技術・理科離れ対策小委員会 2001 (平成13年6月27日) 科学技術・理科離れ対策について、～科学技術創造立国へ!! 夢・チャレンジ21～ (<http://www.jimin.jp/jimin/saishin00/doc/seisaku-051.doc>)
- 6) 齊藤浩一・高橋郷史 2005 「理科離れ」の原因帰属に関するモデル作成の試み
－高校生の意識調査をもとに－東京情報大学研究論集, 9(1), 1-9
- 7) Allan & Barbra Pease, 2002 話を聞かない男、地図が読めない女 男脳・女脳が「謎」を解く 主婦の友社
- 8) 檀上慎二 2000 女子校と物理 物理教育, 318-321.

日本大学工学部紀要

第56巻第2号

平成27年3月20日 印刷

平成27年3月25日 発行

非 売 品

編集兼
発行者

日本大学工学部工学研究所

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1

Tel. (024) 956-8648

〈e-mail address〉 kenkyu@ao.ce.nihon-u.ac.jp

印刷者

共栄印刷株式会社

〒963-0724 福島県郡山市田村町上行合字西川原7-5

Tel. (024) 943-0001(代)

JOURNAL OF THE COLLEGE OF ENGINEERING
NIHON UNIVERSITY
Vol. LVII, No. 2, 2015
CONTENTS

ENGINEERING

- Character as wall about Japanese wooden structure in “Machiya”
– Study on the possibility of using stone in the Japanese traditional house –
..... Yoshihiro YAMAGISHI (1)
- A study on shape and style of church from their historical transition.
– indexes of model of church from primitive church to gothic church –
..... Akiko MURAKAMI and Naganori YUMOTO (9)
- A Study on the Characteristics of Consciousness of Disaster Prevention
in Different Localities for the Nankai and the Tonankai Earthquakes
..... Atsuhiko HIROTA and Yoshio HIJIKATA (23)
- A STUDY ON THE IMAGE AND TASTE OF THE FESTIVAL
..... Atsuhiko HIROTA and Kinsaku MIURA (29)
- Provider Coordinating Information Recommendation Using ID Federation
..... Toshihiro NISHIZONO, Masashi ARASHIDA and Katsunori OYAMA (35)

GENERAL STUDIES

- The Issues of the Current Situation and Perspective for Law Restrictions of “Open kensho”.
..... Tomoki YAMADA (43)
- Proposal concerning curriculum improvement to increase the girl’s science course wish based
on consideration structure model
..... Kouiti SAITO and Wahei KIKUTI (49)